



**UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA  
FACULTAD DE CIENCIAS Y SISTEMAS  
INGENIERIA DE SISTEMAS**

**TRABAJO MONOGRÁFICO PARA OPTAR AL TITULO DE INGENIERO DE  
SISTEMAS**

**TITULO:**

**“APLICACIÓN MÓVIL DE UNIDADES DE PRECISIÓN PARA EL SISTEMA  
ACUAPÓNICO DE LA UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA”**

**AUTORES:**

<b>Br. José Francisco González Guzmán</b>	<b>2011-36632</b>
<b>Br. Josseling Massiel Flores Torres</b>	<b>2011-36511</b>

**TUTOR:**

**Msc. Walger José Herrera Treminio**

**ASESOR:**

**Ing. Jolvin Mauricio Mejía Fernández**

**Managua, Enero del 2018**



## **Resumen**

El presente estudio monográfico detalla el análisis y diseño del desarrollo de una aplicación móvil de unidades de precisión para la gestión de uno de los procesos principales del Sistema Acuapónico en la Universidad Nacional Agraria UNA como es la crianza de tilapias.

En el documento se detallan las generalidades de la Institución y los requisitos óptimos para el desarrollo de la aplicación. Además, se contempla la realización de los estudios para conocer la viabilidad de implementar el sistema mediante el estudio operativo donde se analizan los procesos y se describen los puestos de trabajo existentes, en el estudio técnico para verificar la estructura tecnológica de la institución, con el estudio económico calculando el costo total del desarrollo del software, el estudio financiero analizando si la UNA es capaz de realizar el proyecto con o sin financiamiento, con el estudio legal conociendo las leyes o restricciones para la implementación del software en el sistema acuapónico y finalmente, el estudio ambiental estudiando cualquier riesgo con el uso del sistema en el ambiente.

Las funciones de dicho sistema consisten en mejorar el proceso de toma de mediciones con la elaboración e instalación de un módulo que incluye sensores cuya función es obtener las medidas de los parámetros de calidad del agua cada 60 minutos mismos que se pueden visualizar a través de una interfaz móvil amigable al usuario y de manejo intuitivo pudiendo ser consultada en cualquier momento por el usuario con acceso a internet para lograr la minimización de riesgos en la producción, optimizar tiempo y recursos.

Para el análisis y diseño del sistema se hizo uso de la metodología UWE utilizando el lenguaje modelado UML. Así mismo, con ayuda de Fritzing se realizó el esquema electrónico del prototipo.

## Índice de Contenido

I. Introducción .....	1
II. Antecedentes .....	2
III. Justificación .....	3
IV. Objetivos .....	5
V. Marco Teórico .....	6
1. <i>Sistemas de Información</i> .....	6
1.1. Sistemas de información móviles .....	10
1.2. Metodología de Desarrollo UWE .....	11
1.3. WebServices .....	13
2. <i>Estudios de Viabilidad</i> .....	15
3. <i>Arduino</i> .....	16
4. <i>Acuaponía</i> .....	19
Capítulo I – Generalidades del área y requerimientos del sistema .....	20
1. <i>Antecedentes de la Institución</i> .....	21
1.1. Misión: .....	21
1.2. Visión: .....	21
2. <i>Determinación de requerimientos</i> .....	23
2.1. Descripción de procesos .....	23
2.2. Modelo de Negocio de la Granja .....	24
2.3. Diagrama de Actividad .....	24
2.4. Definición de Actores y funciones del sistema .....	26
2.5. Requerimientos Funcionales y No Funcionales .....	26
2.6. Identificación de los reportes que generará el sistema .....	33
Capítulo II - Estudios de Viabilidad .....	34
3. <i>Viabilidades del Sistema</i> .....	35
3.1. Estudio Operativo .....	35
3.2. Estudio Técnico .....	40
3.3. Estudio Económico .....	50
3.4. Estudio Financiero .....	54
3.5. Estudio Legal .....	62

3.6. Estudio Ambiental .....	65
Capítulo III - Análisis del Sistema (Metodología UWE) .....	67
4. <i>Diseño conceptual del sistema</i> .....	68
4.1. Diagramas de Casos de Uso .....	68
4.2. Plantillas de Coleman .....	69
4.3. Modelo Conceptual - Diagrama de Clase .....	71
4.4. Modelo Lógico – Modelo relacional de base de datos .....	72
4.5. Modelo Físico.....	73
4.6. Diagrama de Navegación.....	76
4.7. Diagrama de Presentación.....	77
Capítulo IV – Diseño e implementación de la unidad de precisión .....	80
5. <i>Diseño de la arquitectura general del sistema</i> .....	81
5.1. Diseño del prototipo .....	81
5.2. Implementación del prototipo .....	89
VI. Conclusión.....	92
VII. Recomendaciones.....	94
VIII. Bibliografías.....	95
IX. Anexos .....	i
<i>Anexo I - Requerimientos funcionales (continuación)</i> .....	i
<i>Anexo II – Descripción del proceso de producción de las tilapias en el Sistema Acuapónico</i> .....	ii
<i>Anexo III – Cotizaciones de los sensores e insumos para el prototipo de Unidades de Precisión</i> .....	vii
<i>Anexo IV - Insumos electrónicos del prototipo de Unidades de Precisión</i> .....	viii
<i>Anexo V - Conexión de Tarjeta Madre de Arduino con la PC</i> .....	xi
<i>Anexo VI - Instalación del Android</i> .....	xv
<i>Anexo VII - Justificación de valores de las fórmulas de Punto de Función y Cocomo</i> .....	xix
<i>Anexo VIII – Estimación de los costos totales del sistema</i> .....	xxx
<i>Anexo IX – Diagramas de caso de uso (Continuación)</i> .....	xxxvi
<i>Anexo X – Plantillas de Coleman</i> .....	xxxviii
<i>Anexo XI – Galería de imágenes</i> .....	xlii

## Índice de Tablas

Tabla 1. Área de Estanques .....	22
Tabla 2. Requerimiento Funcional - Gestionar usuario .....	27
Tabla 3. Requerimiento Funcional - Validar Estanques .....	27
Tabla 4. Requerimiento Funcional - Generar reporte gráficos .....	28
Tabla 5. Requerimiento Funcional - Exportar reportes.....	28
Tabla 6. Requerimiento Funcional - Emitir alerta .....	29
Tabla 7. Requerimiento No Funcional - Software.....	30
Tabla 8. Requerimiento No Funcional - Seguridad.....	30
Tabla 9. Requerimiento No Funcional - Mantenibilidad y portabilidad.....	31
Tabla 10. Requerimiento No Funcional - Conectividad .....	31
Tabla 11. Requerimiento No Funcional - Interfaz y usabilidad .....	32
Tabla 12. Requerimiento No Funcional - Rendimiento.....	32
Tabla 13. Promedio de tiempos.....	36
Tabla 14. Formato de almacenamiento de datos .....	36
Tabla 15. Ficha ocupacional - Jefe de granja.....	37
Tabla 16. Ficha ocupacional – Vigilante.....	38
Tabla 17. Comparativos de Hosting .....	40
Tabla 18. Requerimientos del Servidor Hosting (Hostinger) .....	41
Tabla 19. Requisitos mínimos para MySQL .....	41
Tabla 20. Requisitos mínimos de Hardware para ejecutar Arduino.....	42
Tabla 21. Componentes Principales del Arduino.....	43
Tabla 22. Requerimientos mínimos de Router Inalámbrico.....	43
Tabla 23. Sensores Electrónicos de Arduino.....	45
Tabla 24. Lectores Digitales de Arduino.....	47
Tabla 25. Requisitos mínimos de Hardware para ejecutar Android Studio .....	47
Tabla 26. Requerimientos mínimos para ejecutar una Aplicación Móvil .....	48
Tabla 27. Requisitos del Wifi .....	48
Tabla 28. Requisitos de datos móviles .....	48
Tabla 29. Requerimientos mínimos de corriente eléctrica.....	49
Tabla 30. Costo de Controladores Arduino .....	49
Tabla 31. Costos directos del proyecto .....	53
Tabla 32. Costo total de la Aplicación móvil de Unidades de Precisión .....	54
Tabla 33. Tasa mínima del año 2016 .....	55
Tabla 34. Amortizaciones de la deuda .....	58
Tabla 35. Tasa mínima del año 2016 .....	58
Tabla 36. Plantilla de caso de uso - Consultar mediciones .....	70
Tabla 37. Modelo Físico - Tabla aqua-user.....	73
Tabla 38. Modelo Físico - Tabla aqua-cargo.....	73
Tabla 39. Modelo Físico - Tabla aqua-estanque .....	73
Tabla 40. Modelo Físico - Tabla aqua-estanque-funcional.....	74
Tabla 41. Modelo Físico - Tabla aqua-medicion.....	74

Tabla 42. Modelo Físico - Tabla aqua-tipo-pezo	74
Tabla 43. Modelo Físico - Tabla aqua-pezo_alimentacion	75
Tabla 44. Modelo Físico - Tabla aqua-alimentacion	75
Tabla 45. Modelo Físico - Tabla aqua-parametro	75
Tabla 46. Requerimiento Funcional - Registrar información de peces	i
Tabla 47. Requerimiento Funcional - Registrar datos de estanques	i
Tabla 48. Requerimiento Funcional - Consultar Clima	ii
Tabla 49. Precio Individual por Alevín	v
Tabla 50. Cotizaciones de los sensores e insumos del prototipo	vii
Tabla 51. Insumos electrónicos de Arduino	x
Tabla 52. Factor peso de Arduino	xx
Tabla 53. Factor peso de Android	xx
Tabla 54. Nivel de Influencia Arduino	xxi
Tabla 55. Nivel de Influencia Android	xxi
Tabla 56. Líneas de Código por Punto de Función	xxii
Tabla 57. Coeficientes de Líneas de Código	xxii
Tabla 58. Conductores de Coste Arduino	xxiii
Tabla 59. Conductores de Coste Android	xxiv
Tabla 60. Interpolación de Indicadores por cada fase	xxx
Tabla 61. Resultados de la Interpolación	xxxi
Tabla 62. Resultado obtenido del Esfuerzo	xxxi
Tabla 63. Resultado obtenido del Tiempo de Desarrollo	xxxii
Tabla 64. Distribución de esfuerzo y tiempo en cada etapa	xxxii
Tabla 65. Calculo del Costo de la Fuerza de Trabajo	xxxiii
Tabla 66. Salarios estimados	xxxiii
Tabla 67. Consumo de energía	xxxiii
Tabla 68. Consumo de medios por cada fase del proyecto	xxxiv
Tabla 69. Insumo de materiales	xxxv
Tabla 70. Plantilla de caso de uso - Consultar peces	xxxix
Tabla 71. Plantilla de caso de uso - Consultar estanques	xl
Tabla 72. Plantilla de caso de uso - Consultar clima	xli

## Índice de Ilustraciones

Ilustración 1. Características de los Sistemas de Información .....	6
Ilustración 2. Elementos de los Sistemas de Información .....	7
Ilustración 3. Razones para el uso de herramientas adecuadas. ....	13
Ilustración 4. Ventajas del uso del Arduino (Arduino, 2011) .....	17
Ilustración 5. Tarjetas Principales (MotherBoards) .....	18
Ilustración 6. Módulos (Modules).....	18
Ilustración 7. Tarjeta de Red (Shields) .....	19
Ilustración 8. Principio Básico de los Sistemas Acuapónicos .....	20
Ilustración 9. Modelo del Negocio - Proceso en la granja de Tilapia .....	24
Ilustración 10. Diagrama de Actividad - Proceso de recopilación de datos .....	25
Ilustración 11. Diagrama de Actividad – Proceso de Registro.....	25
Ilustración 12. Actores y sus funciones .....	26
Ilustración 13. Flujograma de Proceso de cultivo de Tilapias.....	35
Ilustración 14. Diagrama de flujo de caja .....	56
Ilustración 15. Diagrama de flujo de caja .....	59
Ilustración 16. Caso de Uso General del Sistema .....	68
Ilustración 17. Diagrama caso de uso - Consultar Mediciones.....	69
Ilustración 18. Modelo Conceptual .....	71
Ilustración 19. Modelo Lógico.....	72
Ilustración 20. Diagrama de Navegación - Aplicación Móvil .....	76
Ilustración 21. Diagrama de presentación - Iniciar Sesión .....	77
Ilustración 22. Diagrama de presentación - Menú principal.....	77
Ilustración 23. Diagrama de presentación – Modulo mediciones .....	78
Ilustración 24. Diagrama de presentación - Modulo Peces .....	78
Ilustración 25. Diagrama de presentación - Modulo Estanques .....	79
Ilustración 26. Diagrama de presentación - Modulo Clima .....	79
Ilustración 27. Esquema del funcionamiento del diseño propuesto.....	81
Ilustración 28. Conexión del sensor de temperatura DS18B20 .....	83
Ilustración 29. Conexión del sensor de ultrasónico HC-SR04 .....	84
Ilustración 30. Conexión del sensor de turbidez SHT-161 .....	85
Ilustración 31. Conexión del sensor de pH0-14.....	86
Ilustración 32. Conexión del display a las tarjetas principales de Arduino .....	87
Ilustración 33. Conexión completa de los sensores .....	88
Ilustración 34. Prototipo de unidades de precisión terminado .....	89
Ilustración 35. Infraestructura de la granja .....	90
Ilustración 36. Estanque seleccionado para colocar los sensores .....	91
Ilustración 37. Display LCD mostrando la información actualizada de los sensores .....	91
Ilustración 38. Técnica de cama de cultivo en el Sistema Acuapónico .....	vi
Ilustración 39. Ejecutando el .exe descargado .....	xi
Ilustración 40. Administrador de dispositivos en la computadora .....	xii



Ilustración 41. Configuración de la placa Mega 2560 .....	xiii
Ilustración 42. Configuración para escoger el puerto COM .....	xiv
Ilustración 43. Plataforma de descarga de Oracle .....	xv
Ilustración 44. Opciones de descarga .....	xvi
Ilustración 45. Pantalla de acceso al Android Studio .....	xvi
Ilustración 46. Opciones a seleccionar en el Android Studio .....	xvii
Ilustración 47. Opción Standard seleccionada .....	xvii
Ilustración 48. Ventana de Inicio de Android Studio .....	xviii
Ilustración 49. Cotizaciones de materiales .....	xxxv
Ilustración 50. Diagrama de caso de uso - Consultar peces .....	xxxvi
Ilustración 51. Diagrama de caso de uso - Consultar estanques .....	xxxvii
Ilustración 52. Diagrama de caso de uso - Consultar clima .....	xxxvii
Ilustración 53. Imágenes de Instalación del prototipo .....	xlii

## **I. Introducción**

El presente trabajo tiene por objetivo mostrar el desarrollo de una aplicación móvil de unidades de precisión para el sistema acuapónico que está ubicado en una granja que pertenece a la Facultad de Ciencia Animal (FACA) de la Universidad Nacional Agraria UNA ubicada en el kilómetro 12 y medio en la carretera norte, Managua. La granja está conformada por 9 estanques o piletas que tienen un determinado número de tilapias, 2 barriles usados para el filtro del agua y una plataforma de siembras de hortalizas por cada estanque monitoreados por el jefe operativo administrativo quien es el único que trabaja en la granja como encargado del sistema acuapónico.

En el documento se muestran los diferentes estudios y análisis realizados para el desarrollo e implementación del sistema en la UNA. Se utilizó la metodología UWE, por ser un sistema con acceso en la web usando UML para la realización de los diagramas. Las herramientas de trabajo son Arduino (Fritzing y Arduino IDE), Android Studio y MySQL-WorkBench como gestor de base datos.

Entre las funciones del sistema se encuentran la consulta de manera gráfica de los parámetros de calidad del agua (temperatura, pH, turbidez y volumen) en tiempo real por cada estanque; la generación de reportes por rangos de fechas y la impresión de los mismos en Excel. Además, con el sistema tiene opción de llevar un registro de control de la alimentación, parámetro de vida, tipo de pez, asignación de los alimentos, tipo de estanque y asignación de peces. Otra funcionalidad es la de poder consultar el clima en un lapso de tiempo de 10 días y el clima satelital. Con la implementación del modelo físico de Arduino y el desarrollo de la aplicación móvil nombrada Acuasoft se pretende que la granja de FACA mejore su operación principal de producción de tilapias, reduciendo el tiempo de recopilación de datos obteniendo la información en tiempo real para su posterior análisis y generación de curvas estadísticas que serán útiles para tener una preparación logística durante las producciones futuras.

## **II. Antecedentes**

Durante el año de 1995 el Ministerio de Fomento Industria y Comercio a través de ADPESCA y con apoyo de PRADEPESCA puso en marcha la Granja Piscícola Omar Torrijos Herrera, para producir alevines de sexo revertido e impulsar actividades de extensión para el desarrollo de nuevos proyectos. La única especie de cultivo es la tilapia *Oreochromis niloticus* y en los últimos años organismos como el Instituto de Desarrollo Rural (IDR) ha estado financiando entre productores agropecuarios de la zona norte del país, la construcción de proyectos piscícolas a pequeña escala y los mismo están asociados como micro empresarios.

La granja con la infraestructura construida tiene la capacidad de poder desarrollar de 3 a 4 ciclos productivos anualmente pudiendo ofertar al mercado hasta medio millón de alevines invertidos por ciclo.

Con el pasar de los años la demanda ha crecido de manera significativa y es aquí donde nace la necesidad de mejorar el proceso de crianza de alevines con el fin de minimizar las pérdidas de peces por falta de control. Mediante la granja ha ido creciendo las herramientas que se utilizan para la medición de las condiciones a las que se enfrentan los peces han evolucionado. Actualmente una de las herramientas que se usa para la medición es el oxigenómetro el cual es manipulado por el jefe para poder obtener el resultado, lo que sumado al proceso de medición en cada pila se convierte en un trabajo largo y cansado. Lo que ahora se persigue, es la implementación de sensores por medio de Arduino, que permitirá de forma fácil y sencilla la obtención de los datos requeridos a cualquier hora del día a diferencia de uno de los métodos antes mencionado que solo permitía tener los datos en ciertos momentos del día (hora en que se determinaba hacerse la medición).

### **III. Justificación**

El cultivo de peces es una actividad que ofrece desarrollo y fuente de ingresos para la sociedad. Actualmente, hay herramientas que permiten analizar datos que son necesarios para llevar un monitoreo y control de la producción. El análisis de los datos se enfoca en obtener la información necesaria de los factores que influyen en el crecimiento del pez y su desarrollo.

La calidad del pez y el crecimiento de las hortalizas, hoy en día se ha vuelto de gran importancia en los sistemas acuapónicos, debido a que para mantener un buen desarrollo productivo, se requieren evaluar ciertos parámetros mínimos para satisfacer dicha demanda y a la misma vez mantener la salubridad del producto, el bienestar de la comunidad; para ello se optimizará el tiempo en obtener los datos manualmente y como resultado aumentará la capacidad de reproducción de peces vinculados a la Institución.

La universidad cuenta con un sistema acuapónico en donde se realizan estudios a determinadas horas, por lo que con el sistema digital-móvil que se acoplará, se pretende controlar de forma exacta la cantidad de densidad del agua en las piletas a medida que se mantendrá en una temperatura óptima con un grado de turbidez adecuada, así como del volumen.

Igualmente haciendo uso de un sistema automatizado móvil dará una mejora exponencial en las plantas, puesto que la calidad del agua tendrá mayor beneficio en minerales que serán otorgados por las tilapias, las cuales también tendrán un ambiente agradable que genera mejor salud, crecimiento y evolución para la misma especie y las plantas. Se calculará de forma continua y estable los parámetros del agua, de tal forma que el ambiente de los peces este de manera adecuada.

Cuando se encuentra en perfectas condiciones la calidad del agua, el desarrollo de la producción comienza con 60 a 65 semillas de monosexo (Tilapia) y

después, con un alimento de proteínas diarias, generando en cierto tiempo alevines para la venta en proporciones medias de 5 a 15 gramos.

Se pretende que Acuasoftware esté al alcance del área que maneja el sistema acuapónico, para mejorar el control de la información y puedan tomar mejores decisiones en base al comportamiento histórico de los datos.

Este nuevo sistema será el inicio de un sistema informático móvil que permitirá consultar los datos con solo un clic a la hora que sea, ahorrando ya sea horas de esfuerzo y la adquisición de costosos equipos para la medición periódica manualmente que se hace.

## **IV. Objetivos**

### **General**

Desarrollar una aplicación móvil de unidades de precisión para el sistema acuapónico de la Universidad Nacional Agraria.

### **Específicos**

- Realizar el estudio económico, técnico, operativo, financiero, legal y ambiental para determinar la viabilidad de la aplicación móvil en el sistema acuapónico.
- Diseñar la aplicación móvil, haciendo uso de la metodología UWE basado en UML.
- Implementar un circuito de acondicionamiento de unidades de precisión para gestionar la plataforma de Arduino del sistema acuapónico.
- Desarrollar la programación de la aplicación móvil con Android para el sistema acuapónico.

## V. Marco Teórico

### 1. *Sistemas de Información*

En términos generales, un sistema de información es un conjunto de subsistemas que incluyen hardware, software, medios de almacenamiento de datos ya sea primarios, secundarios y bases de datos relacionadas entre sí, con el fin de procesar entradas para realizar transformaciones a esas entradas y convertirlas en salidas de información importantes en la toma de decisiones. (Ing. Maria Cecilia Gasca, 2013)



*Ilustración 1. Características de los Sistemas de Información*

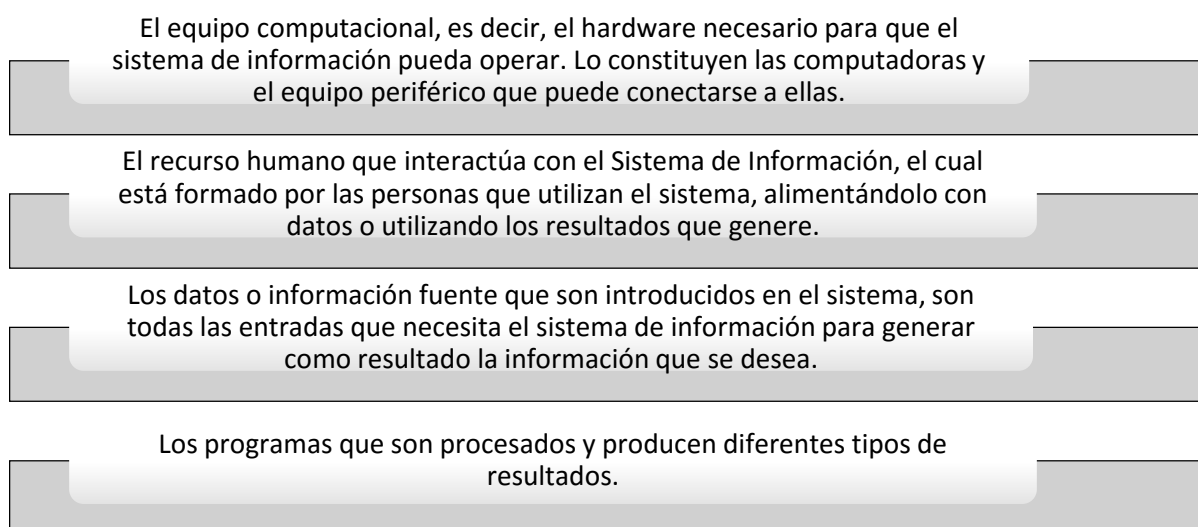
Fuente: Elaboración propia

Así también, un sistema de Información se fundamentará en los siguientes principios:

- Distribución (recepción) de información a (desde) todos los niveles jerárquicos.
- Clasificación analítica de las informaciones.

- Deducción directa del contenido informacional distribuido (recibido) partiendo de un análisis funcional (desde los puntos de vista recepción-elaboración-transmisión).
- Unión estrecha de la selección de informaciones, con la posición del individuo; con conocimiento, al menos potencial, de las informaciones recibidas, elaboradas, transmitidas, por las unidades bajo su control y por su campo de aplicación.
- Especificación explícita de las modalidades de comunicación de la información, tan trascendente como la selección de su contenido: informaciones periódicas, esporádicas, etc.
- Revisión del sistema informacional en función de las anomalías observadas y mediciones no alcanzadas; medidas de la eficacia de la información y control de resultados.
- Verificación de que una misma información no se repita, ni sea producida paralelamente por fuerzas distintas. (Ing. Maria Cecilia Gasca, 2013)

Los elementos de los sistemas de información son de naturaleza diversa, los que normalmente incluyen:



*Ilustración 2. Elementos de los Sistemas de Información*

Fuente: Elaboración propia



Los programas son la parte del software del sistema de información que hará que los datos de entrada introducidos sean procesados correctamente y generen los resultados que se esperan, cintas magnéticas, impresoras, computadoras.

- Documentos: Manuales, los impresos, u otra información descriptiva que explica el uso y/o la operación del sistema. Conjunto de datos originales que conforman el conjunto de datos.
- Procedimiento: Conjunto de pasos que define el uso específico de cada elemento del sistema o el contexto.
- Bases de Datos: Es la colección de datos relacionados entre sí la cual es accedida por el software y es el resultado de relacionar la información.
- Hardware: Es el conjunto de dispositivos electrónicos que proporciona la capacidad de computación y los dispositivos electromecánicos encargados de extraer o suministrar la información en/de los soportes magnéticos.
- Software: Es el conjunto de programas de computación encargados de suministrar la información deseada al cliente, con la coordinación y relación requerida. (Eduardo, 2007)

Un Sistema de Información realiza cuatro actividades básicas:

- Entrada de Información: La entrada es el proceso mediante el cual el Sistema de Información toma los datos que requiere para procesar la información. Las entradas pueden ser manuales o automáticas. Las manuales son aquellas que se proporcionan en forma directa por el usuario, mientras que las automáticas son datos o información que provienen o son tomados de otros sistemas o módulos. Esto último se denomina interfaces automáticas.
- Almacenamiento de información: El almacenamiento es una de las actividades o capacidades más importantes que tiene una computadora, puesto que a través de esta propiedad el sistema puede recordar la

información guardada en la sesión o proceso anterior. Esta información suele ser almacenada en estructuras de información denominadas archivos. La unidad típica de almacenamiento son los discos magnéticos o discos duros, los discos flexibles o diskettes y los discos compactos (CD-ROM).

- **Procesamiento de Información:** Es la capacidad del Sistema de Información para efectuar cálculos de acuerdo con una secuencia de operaciones preestablecidas. Estos cálculos pueden efectuarse con datos introducidos recientemente en el sistema o bien con datos que están almacenados. Esta característica de los sistemas permite la transformación de datos, fuente en información que puede ser utilizada para la toma de decisiones, lo que hace posible, entre otras cosas, que un tomador de decisiones genere una proyección financiera a partir de los datos que contiene un estado de resultados o un balance general de un año base.
- **Salida de Información:** La salida es la capacidad de un Sistema de Información para sacar la información procesada o bien datos de entrada al exterior. Las unidades típicas de salida son las impresoras, terminales, diskettes, cintas magnéticas, la voz, los graficadores y los plotters, entre otros. Es importante aclarar que la salida de un Sistema de Información puede constituir la entrada a otro Sistema de Información o módulo. En este caso, también existe una interfaz automática de salida. (Niño Camazón, 2011)

Los sistemas de información deben diseñarse para responder dinámicamente a los componentes de la empresa que necesitan saber y tener acceso a todos los conocimientos de la empresa como respuesta a los cambios locales y rápidos del entorno de trabajo.

Así pues, los sistemas de información son importantes e imprescindibles para la ejecución de las tareas del día a día y para la toma de decisiones, es por esta

razón que los sistemas de información están clasificados según las necesidades y los entornos. En los últimos años los sistemas de información móvil han venido tomando auge a nivel de seguridad, optimización de los recursos y disponibilidad de la información.

### 1.1. Sistemas de información móviles

Los teléfonos móviles se han convertido en una de las herramientas tecnológicas más extendidas en todo el mundo. La industria de los dispositivos móviles ha sufrido en la última década uno de los mayores avances tecnológicos de la historia del hombre, y se ha convertido en una forma perfecta de interacción de las personas con el mundo que les rodea y con los sistemas de información.

Para el desarrollo del trabajo monográfico, se necesita saber sobre qué sistema estará ejecutándose la aplicación porque tiene mucha importancia por la facilidad de manipulación a favor de los usuarios. Sin embargo, la tecnología avanza con la evolución de hardware para el consumo mismo y se han implementado nuevas técnicas para la adaptación del software, dado que la tendencia comenzó con una computadora y después, evolucionando con un celular. Cabe destacar, que los sistemas operativos de las computadoras y celulares difieren por la capacidad del hardware y por la portabilidad que tiene.

Dentro de los sistemas operativos comunes, conocidos y más consumidos en la actualidad se encuentra Android por ser un software que tiene la libertad de implementar cualquier Apk sin necesidad de licencia; es el más demandado a nivel global por que casi todos los celulares de baja, media y alta gama establecidos con la plataforma Android. Como siguiente S.O existente esta IOS siendo una plataforma bastante robusta en seguridad comparado a las demás, en donde solo la industria Apple produce este tipo de dispositivos móviles; sin embargo, aunque cuenta con ventajas de seguridad, tiene una gran desventaja en la compatibilidad de transmisión de datos con los demás celulares que hace que los usuarios disminuyan el interés en seguir usando este tipo de dispositivos.

Por último, se encuentra el S.O. de Windows, siendo una marca que ha ido tomando auge en el mercado móvil y que, a pesar de no llevar mucho tiempo en existencia, tiene demanda entre los usuarios, por tener precios económicos como de rendimiento y aunque poseen escasez de modelos, mantienen el ritmo de ventas pues sus aplicaciones no tardan en ejecutarse.

Android es un sistema operativo para celulares, tablet, disponibles para cualquier fabricante como open-source, siendo actualmente, el motor de los dispositivos comercializados por Google. Proporciona que el desarrollador pueda subir su Apk al PlayStore a un costo significativo, lo que hace que este S.O. sea bien dinámico con oferta y demanda. (Ing. Maria Cecilia Gasca, 2013)

Cuando se crea un nuevo proyecto Android con Android Studio, se genera automáticamente la estructura de carpetas necesaria para poder generar posteriormente la aplicación.

Además, Android proporciona una plataforma de desarrollo libre para aplicaciones con gran riqueza e innovaciones (sensores, localización, servicios, barra de notificaciones, etc.).

Para el diseño de aplicaciones en Android se necesita tener el SDK de Android pues contienen las interfaces, herramientas y recursos necesarios para el desarrollo de los sistemas móviles, actuando como un complemento del IDE Android Studio el cual fusiona la interfaz de un dispositivo móvil a la computadora para poder así reformar códigos de forma simultánea.

Para el diseño de estos sistemas de información hay muchas metodologías, pero para este tipo de sistemas de información la más usada por sus excelentes resultados es la metodología UWE.

### 1.2. Metodología de Desarrollo UWE

UML-Based Web Engineering (UWE) es un conjunto de herramientas para modelar aplicaciones web. UWE incluye una expansión del lenguaje UML y

nuevos diagramas para modelar algunos aspectos específicos de las aplicaciones web. Integra conceptos de UML y la metodología OOHDM (Modelo de Diseño Hipermedia Orientado a Objetos). (Vélez, 2009)

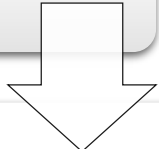
La mayoría de los desarrolladores web, han sentido que las herramientas y el uml convencional están delimitados con respecto a la expresividad ante conceptos que se necesitan representar y debían de recurrir a otras herramientas para modelar el comportamiento de sus aplicaciones web al realizar algún tipo de modelado.

En el ámbito del desarrollo web no es usual modelar mucho las aplicaciones siendo esta una de las razones por las que los desarrollos se tornan más complejos de lo pensado. En la mayoría de los proyectos complejos basados en web o de otro tipo, el cliente espera ver resultados rápidamente, de modo que se suele desestimar la importancia del buen análisis y modelado, tomando en cuenta que muchas de las aplicaciones que se desarrollan hoy día y que interactúan en la red son sistemas de complejidad media o alta con la salvedad que opera sobre una plataforma web. (Vélez, 2009)

La utilización de UWE en proyectos, no solo forma parte de las buenas prácticas de desarrollo sino también, provee la documentación necesaria para dar soporte a las aplicaciones desarrolladas y facilita la implementación de las soluciones a problemas presentados. UWE nos permite crear un modelo conceptual con todo el poder expresivo de UML, un modelo de navegación claro y un modelo abstracto de la interfaz de usuario.

Existen muchas razones para el uso de herramientas de representación adecuadas entre las cuales dos de ellas, sin embargo, pueden ser significativas a mediano plazo. (Vélez, 2009)

Los lenguajes de programación web están evolucionando hacia la orientación a objetos, los lenguajes más utilizados PHP y ASP ya están en ese camino, otros como Java, Python y C# son ya orientados a objetos.



Las aplicaciones, programas y servicios están cada vez más integradas o encaminadas a la web. Pese a esto muchos programadores, desarrolladores y analistas aun no actualizan sus "cajas de herramientas"..

*Ilustración 3. Razones para el uso de herramientas adecuadas.*

Fuente: Elaboración propia

### 1.3. [WebServices](#)

Un Web Service o Servicio Web, es un método de comunicación entre dos aparatos electrónicos en una red. Es una colección de protocolos abiertos y estándares usados para intercambiar datos entre aplicaciones o sistemas. Las aplicaciones escritas en varios lenguajes de programación que funcionan en plataformas diferentes pueden utilizar web services para intercambiar información a través de una red. (Lázaro, 2015)

Es un aplicativo que facilita la interoperabilidad entre varios sistemas independientemente del lenguaje de programación o plataforma en que fueron desarrollados. Este debe tener una interfaz basada en un formato estándar entendible por las maquinas como lo es XML o JSON. (Revelo, 2015)

Los webs services estandarizados funcionan con los siguientes componentes:

- **SOAP** - *Simple Object Access Protocol*

SOAP es un protocolo escrito en XML para el intercambio de información entre aplicaciones. Es un formato para enviar mensajes, diseñado especialmente para servir de comunicación en Internet, pudiendo extender los HTTP headers. Es una forma de definir qué información se envía y cómo mediante XML. Básicamente es un protocolo para acceder a un Web Service.

- **WSDL** - Web Services Description Language

WSDL es un lenguaje basado en XML para describir los servicios web y cómo acceder a ellos. Es el formato estándar para describir un web service, y fue diseñado por Microsoft e IBM. WSDL es una parte integral del estándar UDDI, y es el lenguaje que éste utiliza.

- **UDDI** - Universal Description, Discovery and Integration

UDDI es un estándar XML para describir, publicar y encontrar servicios web. Es un directorio donde las compañías pueden registrar y buscar servicios web. Es un directorio de interfaces de servicios web descritos en WSDL que se comunican mediante SOAP. (Lázaro, 2015)

La arquitectura de los Web Services está compuesta por:

- **Service Discovery.** Responsable de centralizar servicios web en un directorio común de registro y proveer una funcionalidad sencilla para publicar y buscar. **UDDI** se encarga del Service Discovery.
- **Service Description.** Uno de los aspectos más característicos del web services es que se autodescriben. Esto significa que una vez que se ha localizado un Web Service nos proporcionará información sobre que operaciones soporta y cómo activarlo. Esto se realiza a través del Web Services Description Language (**WSDL**).
- **Service Invocation.** Invocar a un Web Service implica pasar mensajes entre el cliente y el servidor. **SOAP** (*Simple Object Access Protocol*)

especifica cómo deberíamos formatear los mensajes request para el servidor, y cómo el servidor debería formatear sus mensajes de respuesta.

- **Transport.** Todos estos mensajes han de ser transmitidos de alguna forma entre el servidor y el cliente. El protocolo elegido para ello es HTTP (HyperText Transfer Protocol). Se pueden utilizar otros protocolos, pero HTTP es actualmente el más usado. (Lázaro, 2015)

## *2. Estudios de Viabilidad*

El desarrollo de un sistema se caracteriza por la escasez de recursos y límite de tiempo, esta premisa hace necesario y prudente evaluar la viabilidad de un proyecto.

Debe elaborarse un documento que muestre cursos alternos de acción que satisfagan los requerimientos de información y de recursos del nuevo sistema. (Mazzoni, 2010)

El estudio de viabilidad de un proyecto consiste en el análisis de todos los datos internos del proyecto, así como de las características del entorno, con la finalidad de saber si puede tener éxito, o si, por el contrario, no hay posibilidad de iniciarlo.

El objetivo del estudio de viabilidad del sistema es el análisis de un conjunto concreto de necesidades para proponer una solución a corto plazo evaluando criterios tales como: operacional, técnico, económico, financiero, legal y muchas veces ambiental del proyecto propuesto. (Zela, 2013)

- Viabilidad técnica.  
Evalúa si los recursos técnicos actuales son suficientes para el nuevo sistema, si ellos no lo están pueden ser actualizados para proveer el nivel necesario de tecnología necesario para el nuevo sistema.
- Viabilidad económica.



La viabilidad económica determina si el tiempo y el dinero están disponibles para desarrollar el sistema. Incluye la compra de: equipo nuevo, hardware y software.

- Viabilidad operacional.

Determina si los recursos humanos están disponibles: para operar el sistema una vez que este sea instalado.

- Viabilidad Legal.

Pretende asegurarse que toda la normativa vigente es respetada para el desarrollo del nuevo sistema.

- Viabilidad Financiera.

Evalúa la capacidad financiera de la empresa para producir el bien o servicio.

- Viabilidad Ambiental.

Pretende asegurar que se respeta totalmente el medio ambiente y se contribuye a su conservación.

Las mejoras implementando el estudio pueden ser de muchos tipos:

- Aceleración de un proceso.
- Eliminar pasos innecesarios o duplicados.
- Captura de información de manera precisa y óptima.
- Disminución de materiales con altos costos.
- Aumentar la ganancia de los impactos sobre los objetivos corporativos

### 3. *Arduino*

Arduino es una plataforma de código abierto para la creación de prototipos electrónicos. Es flexible y fácil de usar. Se creó para artistas, diseñadores, aficionados y cualquier interesado en crear entornos u objetos interactivos. (Banzi, 2015)

Barato	Son relativamente baratas comparadas con otras plataformas microcontroladoras
Multiplataforma	El software de Arduino se ejecuta en sistemas operativos Windows, Macintosh OSX y GNU/Linux. La mayoría de los sistemas microcontroladores están limitados a Windows.
Código abierto y software extensible	El software Arduino está publicado como herramientas de código abierto, disponible para extensión por programadores experimentados. El lenguaje puede ser expandido mediante librerías C++, y la gente que quiera entender los detalles técnicos pueden hacer el salto desde Arduino a la programación en lenguaje AVR C en el cual está basado. De forma similar, puedes añadir código AVR-C directamente en tus programas Arduino.
Entorno de programación simple	El entorno de programación de Arduino es fácil de usar para principiantes, pero suficientemente flexible para que usuarios avanzados puedan aprovecharlo también.

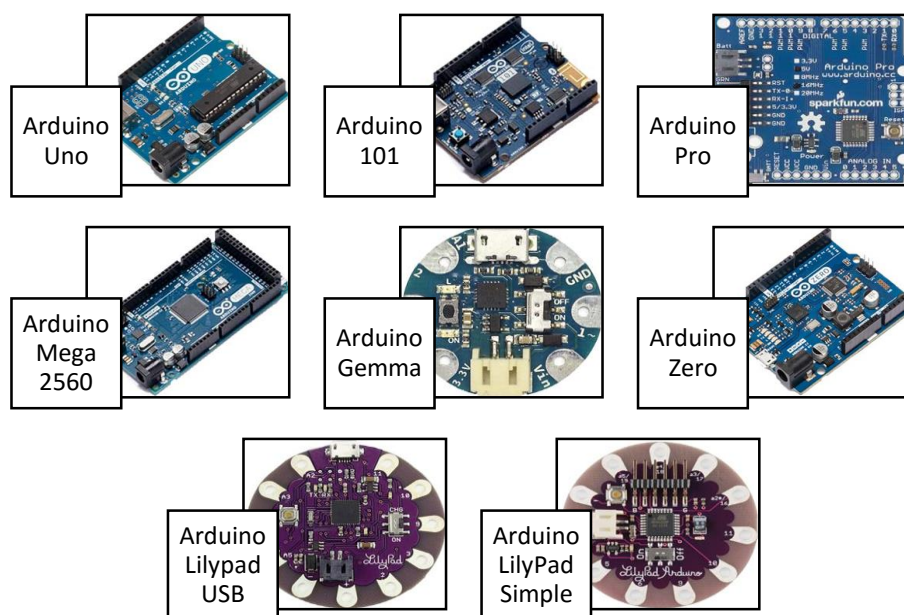
*Ilustración 4. Ventajas del uso del Arduino (Arduino, 2011)*

Fuente: Elaboración propia

Las placas pueden ser hechas a mano o comprarse montadas de fábrica; el software puede ser descargado de forma gratuita. Los ficheros de diseño de referencia están disponibles bajo una licencia abierta por lo que es libre de adaptarlos a las necesidades propias.

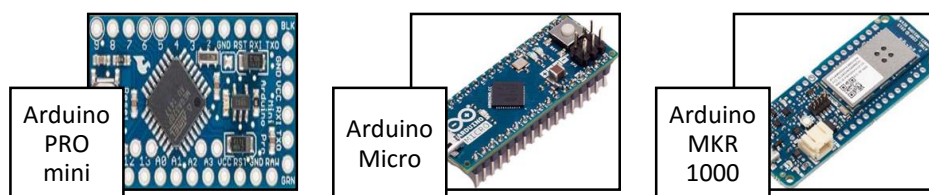
A través de los años, Arduino ha sido el cerebro de miles de proyectos, a partir de objetos cotidianos a los instrumentos científicos complejos. Una comunidad mundial de los fabricantes, estudiantes, aficionados, artistas, programadores y profesionales ha reunido en torno a esta plataforma de código abierto, sus contribuciones han añadido hasta una increíble cantidad de conocimiento accesible que puede ser de gran ayuda para los principiantes como para expertos. (Arduino, 2011)

Existen un sin número de modelos y características diferentes con respecto al uso específico que se le dará (Arduino, 2011), pues se destacan por su competitividad en realizar múltiples tareas, siendo de fácil obtención por su bajo costo en el mercado. El mundo de la electrónica es demasiado extenso así también el Arduino, en donde las distribuciones difieren por su funcionalidad entre las cuales se encuentran:



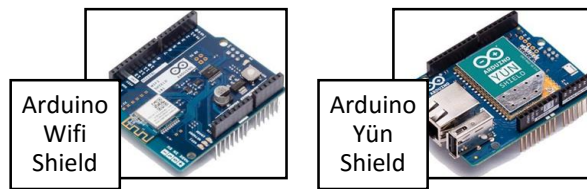
*Ilustración 5. Tarjetas Principales (MotherBoards)*

Fuente: Elaboración propia



*Ilustración 6. Módulos (Modules)*

Fuente: Elaboración propia



*Ilustración 7. Tarjeta de Red (Shields)*

Fuente: Elaboración propia

Así también, existen sensores que se usan junto al Arduino, los cuales dentro de la distribución se encuentran el de temperatura, distancia, infrarrojo, mineral de agua, etc. Los sensores tienen la capacidad de detectar magnitudes físicas o químicas transformándolos en datos legibles. (Arduino, 2011)

#### *4. Acuaponía*

En términos generales, la acuaponía constituye una integración entre cultivos de peces y uno hidropónico de plantas. Estos se unen en un único sistema de recirculación en donde se junta el componente acuícola y el componente hidropónico. En este sistema los desechos generados por los peces y los restos de alimentos, son utilizados por los vegetales y transformados en materia orgánica vegetal. (Rakocy, 1999)

La acuaponía combina el cultivo de plantas y la producción de peces en un sistema que se complementan. Las plantas se hacen crecer en un sustrato inerte siguiendo las técnicas de la hidroponía, que es el cultivo de las plantas sin tierra.

El principio se basa en que los nutrientes requeridos para el crecimiento y desarrollo de vegetales, son muy similares a los residuos producidos por los peces que son liberados y transformados posteriormente por los microorganismos nitrificantes presentes en el medio, las plantas toman del agua lo que necesitan, y así, al absorber estos nitratos, limpian el líquido que regresa a los peces, permitiendo a estos últimos vivir en un medio adecuado para su crecimiento y desarrollo. (Rosario, 2014)



## **Capítulo I – Generalidades del área y requerimientos del sistema**

### **DESCRIPCIÓN BREVE**

En el siguiente capítulo, se muestra una breve reseña del área de estudio, así como la misión y visión. Además, se describen los procesos que actualmente realizan en la granja, y se detallan los requerimientos (funcionales y no funcionales) necesarios para la implementación del sistema.

## *1. Antecedentes de la Institución*

La UNA es una institución de enseñanza superior agrícola en Nicaragua, constituida como Universidad Nacional Agraria el 05 de abril de 1990. Durante sus años de existencia ha trabajado en pro de una transformación sistemática, cumpliendo la misión de formar profesionales y desarrollar programas de investigación y extensión agropecuaria, respondiendo a los diferentes modelos de desarrollo que el país ha experimentado.

Para el desarrollo profesional de los estudiantes, la UNA tiene como visión y misión:

### 1.1. Misión:

La Universidad Nacional Agraria es una Institución de Educación Superior Pública, Autónoma, sin fines de lucro, que contribuye, desde la perspectiva del Compromiso Social Universitario, al desarrollo agrario integral y sostenible, y a la conservación del ambiente, mediante la formación de profesionales competentes, con valores éticos, morales y cultura ambientalista; la construcción de conocimiento científico y tecnológico; y la producción, gestión y difusión de información.

### 1.2. Visión:

Es una institución líder en Educación Superior Agraria, caracterizada por su calidad, eficiencia y transparencia, con impacto nacional y proyección regional e internacional en la formación de profesionales, en tanto contribuye con la generación de conocimientos científico-técnicos e innovación para el desarrollo agrario integral y sostenible.

La UNA está formada por cuatro facultades: Facultad de Agronomía (FAGRO), Facultad de Ciencia Animal (FACA), Facultad de Recursos Naturales y Ambiente (FARENA); y Facultad de Desarrollo Rural (FDR) y éstas a su vez organizadas por departamentos académicos.

El desarrollo del trabajo monográfico se pretende realizar en el Departamento de Acuicultura de FACA (Facultad de Ciencia Animal) en una granja demostrativa de cultivo de peces. Fue constituida desde el año 1997 cuando la UNA firmo un convenio con la Administración Nacional de Pesca y Acuicultura cuyo propósito fue formar una unidad acuícola con funciones productivas y académicas. La granja desde su inicio fue construida para operar como una estación de alevinaje para producir varias especies de dulces acuícolas; principalmente la producción de alevines invertidos para comercializarlos con pequeños y grandes productores interesados en el engorde de tilapia.

La granja cuenta con 9 estanques detallándose a continuación:

<b>Estanques</b>	<b>Cantidad de Peces por C/E</b>	<b>Tamaño del Estanque</b>	<b>Profundidad</b>
1 al 3	33	90cm x 110cm	95cm
4 al 6	50	90cm x 110cm	95cm
7 al 9	25	90cm x 110cm	95cm
Total	324 peces		

*Tabla 1. Área de Estanques*

Fuente: Elaboración propia, en base a información proporcionada en entrevista por jefe

El departamento de Acuicultura tiene como función principal la producción de los alevines (tilapias) para la venta; además, le corresponde desarrollar tareas académicas como las prácticas de campo y laboratorio de asignaturas en las carreras de Ingeniero Zootecnista y Patología Acuícola. El jefe administrativo operativo de granja es el encargado de programar, coordinar, dirigir y controlar de forma efectiva todas las actividades administrativas y operativas, insumos y recursos de la granja; programa, planifica, da seguimiento al proceso y mantenimiento de la producción de tilapias, entre otros. Además, se encarga de limpiar las piletas, alimentar a los peces, pesarlos, medir con los instrumentos manuales **Oxigenómetro** (temperatura y oxígeno), **PH-Metro** (alcalinidad del agua) y **Disco de Secchi** (turbidez del agua) y el volumen para recopilar la

información de las piletas 2 veces por día y el vigilante resguardan la seguridad del departamento.

## *2. Determinación de requerimientos*

### *2.1. Descripción de procesos*

Entre las funciones principales del Jefe de la granja se encuentran:

#### **Proceso de recopilación de datos:**

El proceso consiste en que el jefe utilizando el Oxigenómetro, pH-metro y Disco de Secchi verifica la calidad del agua de los estanques, recopilando los datos de temperatura, pH, turbidez y volumen 2 veces al día anotando respectivamente en una hoja de libreta. Si un parámetro está fuera de los límites establecidos, realiza una acción inmediata dando una solución óptima al problema.

#### **Proceso de registro:**

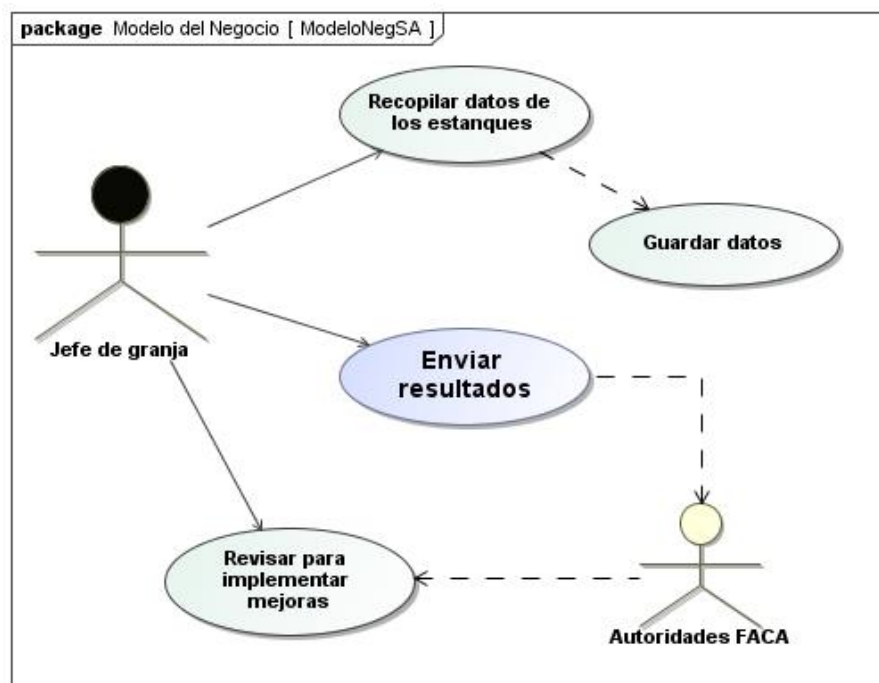
En este proceso, una vez obtenido la información de los parámetros de calidad del agua, procede a digitar los datos en tablas de Excel con un formato prediseñado usando la misma estructura para guardar los registros de los 4 parámetros. Cuando están listos los informes, los imprime y guarda para posteriormente enviárselos a las autoridades superiores de FACA para implementar mejoras al proceso de producción de tilapias.

Estos procesos son el insumo base para la generación del modelo de negocio que a continuación se muestra. Para ver a detalle las operaciones y tiempos de cada proceso, ver estudio operativo.



## 2.2. Modelo de Negocio de la Granja

El siguiente diagrama representa el modelo del negocio con el actual proceso que realizan en la granja de Tilapias en la UNA.

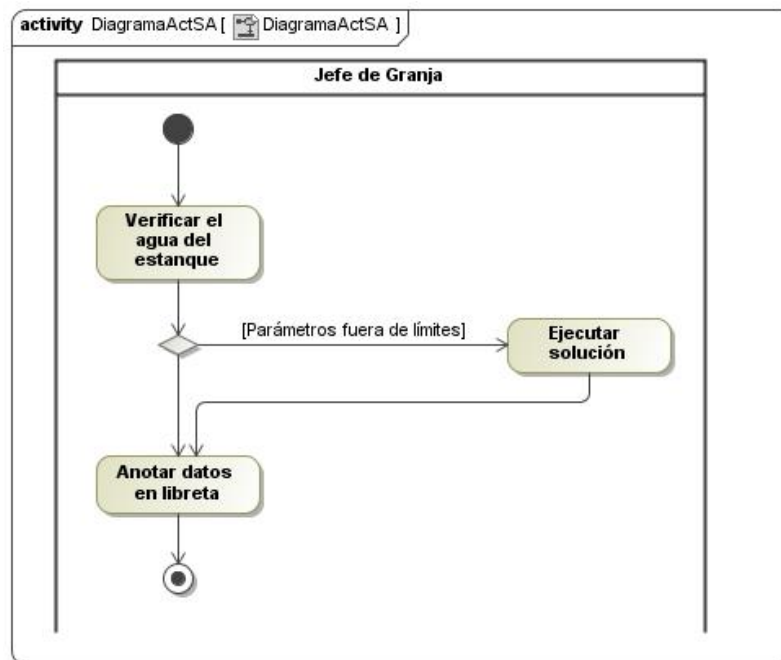


*Ilustración 9. Modelo del Negocio - Proceso en la granja de Tilapia*

Fuente: Elaboración propia

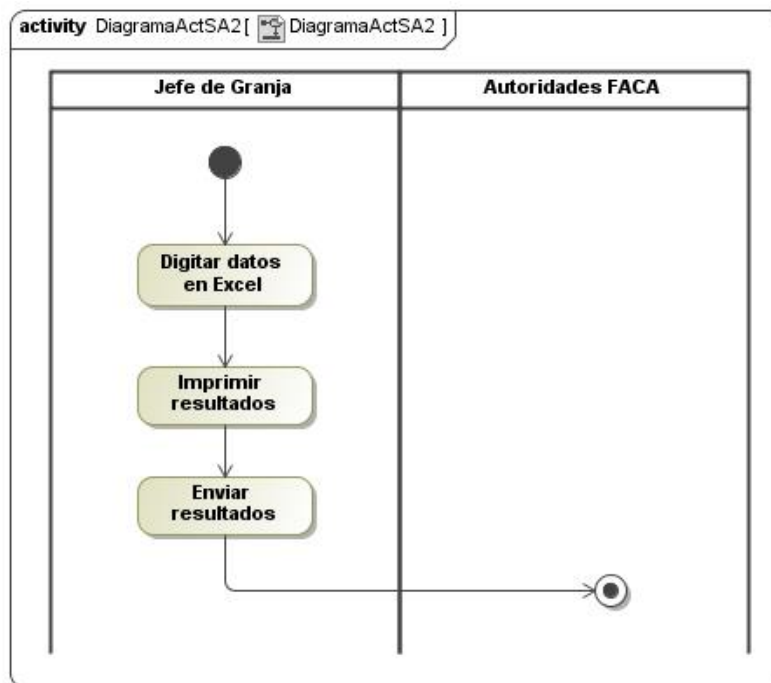
## 2.3. Diagrama de Actividad

En el diagrama de actividad se muestra el flujo de trabajo en donde se detalla el proceso involucrado de las actividades principales de la granja los que están estructurados de la siguiente manera:



*Ilustración 10. Diagrama de Actividad - Proceso de recopilación de datos*

Fuente: Elaboración propia



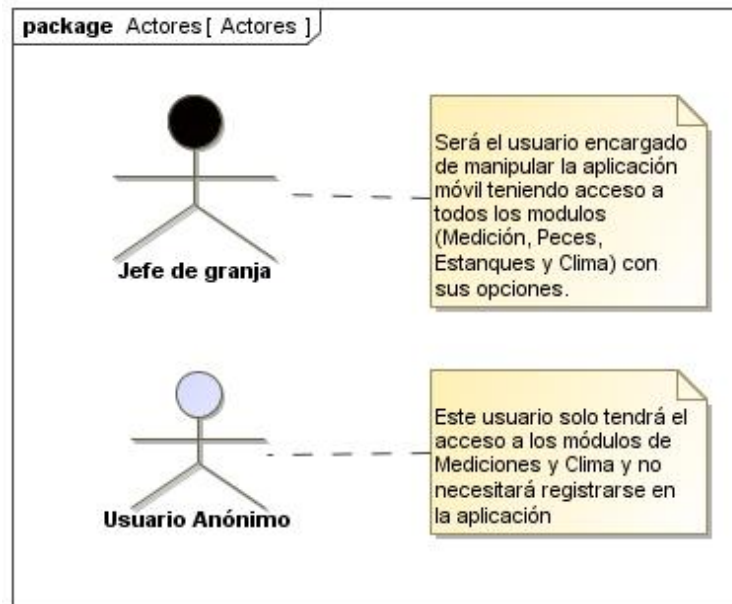
*Ilustración 11. Diagrama de Actividad – Proceso de Registro*

Fuente: Elaboración propia

## 2.4. Definición de Actores y funciones del sistema

### 2.4.1. Identificar actores (Usuarios del sistema)

Existen 2 tipos de actores que usaran Acuasoftware los cuales son:



*Ilustración 12. Actores y sus funciones*

Fuente: Elaboración propia

Nota: El usuario anónimo se creará para que tenga acceso a 2 módulos.

## 2.5. Requerimientos Funcionales y No Funcionales

### 2.5.1. Requerimientos Funcionales

Los requerimientos funcionales describen cualquier actividad que el software deba realizar. Entre los requisitos funcionales para Acuasoftware se encuentran:

- Gestionar usuario
- Validar información de los estanques
- Generar reportes gráficos
- Exportar reportes
- Emitir alertas
- Registrar información de peces

- Registrar datos de estanques
- Consultar clima

La tabla mostrada a continuación, detalla las distintas características que requiere el sistema para cumplir el proceso de la gestión de usuarios.

<b>FRQ-0001</b>	<b>Gestionar usuario</b>
<b>Versión</b>	1.0 ( 11/09/2017 )
<b>Autores</b>	<a href="#">Francisco González</a> <a href="#">Josseling Flores</a>
<b>Fuentes</b>	<a href="#">Jolvin Mejía</a>
<b>Descripción</b>	El sistema deberá <i>permitir a los usuarios que manipularán Acuasoft ingresar a los módulos según el permiso estipulado.</i>
<b>Importancia</b>	vital
<b>Urgencia</b>	inmediatamente
<b>Estado</b>	validado
<b>Estabilidad</b>	alta
<b>Comentarios</b>	El jefe de la granja será el único usuario con acceso a todos los módulos mientras que el usuario anónimo solo podrá acceder a los módulos de mediciones y clima.

*Tabla 2. Requerimiento Funcional - Gestionar usuario*

Fuente: Elaboración propia

La siguiente tabla se especifica como deberá mostrar la información Acuasoft.

<b>FRQ-0002</b>	<b>Validar información de los estanques</b>
<b>Versión</b>	1.0 ( 11/09/2017 )
<b>Autores</b>	<a href="#">Francisco González</a> <a href="#">Josseling Flores</a>
<b>Fuentes</b>	<a href="#">Jolvin Mejía</a>
<b>Descripción</b>	El sistema deberá <i>mostrar la información en tiempo real del estado de los estanques, actualizándose cada 60 minutos mostrando la fecha, hora y valores de los parámetros de calidad del agua.</i>
<b>Importancia</b>	vital
<b>Urgencia</b>	inmediatamente
<b>Estado</b>	validado
<b>Estabilidad</b>	alta
<b>Comentarios</b>	Ninguno

*Tabla 3. Requerimiento Funcional - Validar Estanques*

Fuente: Elaboración propia

En la siguiente tabla, se muestra como requisito funcional la generación de reportes gráficos de cada uno de los parámetros indispensables para la calidad del agua.

<b>FRQ-0003</b>	<b>Generar reportes gráficos</b>
<b>Versión</b>	1.0 ( 11/09/2017 )
<b>Autores</b>	<a href="#">Francisco González</a> <a href="#">Josseling Flores</a>
<b>Fuentes</b>	<a href="#">Jolvin Mejía</a>
<b>Descripción</b>	El sistema deberá <i>generar reportes gráficos que indiquen cuales son los valores de las mediciones de cada parámetro por rangos de fechas.</i>
<b>Importancia</b>	vital
<b>Urgencia</b>	inmediatamente
<b>Estado</b>	validado
<b>Estabilidad</b>	alta
<b>Comentarios</b>	Se mostrará una gráfica independiente por cada parámetro.

*Tabla 4. Requerimiento Funcional - Generar reporte gráficos*

Fuente: Elaboración propia

Las mediciones obtenidas con los sensores se podrán imprimir para su debido análisis describiéndose a continuación en la siguiente tabla.

<b>FRQ-0004</b>	<b>Exportar reportes</b>
<b>Versión</b>	1.0 ( 11/09/2017 )
<b>Autores</b>	<a href="#">Francisco González</a> <a href="#">Josseling Flores</a>
<b>Fuentes</b>	<a href="#">Jolvin Mejía</a>
<b>Descripción</b>	El sistema deberá <i>permitir la exportación de los datos en conjunto en una tabla prediseñada de Excel.</i>
<b>Importancia</b>	vital
<b>Urgencia</b>	inmediatamente
<b>Estado</b>	en construcción
<b>Estabilidad</b>	alta
<b>Comentarios</b>	Mostrará los datos en una hoja de Excel en columnas incluyendo la fecha y el tiempo que registro la información.

*Tabla 5. Requerimiento Funcional - Exportar reportes*

Fuente: Elaboración propia

En la tabla siguiente se describe un requisito fundamental que deberá mostrar la aplicación cuando los parámetros estén fuera de rango.

<b>FRQ-0005</b>	<b>Emitir alerta</b>
<b>Versión</b>	1.0 ( 11/09/2017 )
<b>Autores</b>	<a href="#">Francisco González</a> <a href="#">Josseling Flores</a>
<b>Fuentes</b>	<a href="#">Jolvin Mejía</a>
<b>Descripción</b>	El sistema deberá <i>alertar al usuario de forma automática emitiendo una notificación cuando los parámetros de calidad del agua se encuentren fuera de los límites establecidos.</i>
<b>Importancia</b>	vital
<b>Urgencia</b>	inmediatamente
<b>Estado</b>	en construcción
<b>Estabilidad</b>	alta
<b>Comentarios</b>	El límite de cada parámetro están establecidos por el jefe de la granja.

*Tabla 6. Requerimiento Funcional - Emitir alerta*

Fuente: Elaboración propia

Acuasoft tendrá otras opciones que son complementos del proceso principal y que también son requeridas por el usuario final las que se pueden apreciar en Anexos I.

### 2.5.2. Requerimientos No Funcionales

En los requerimientos no funcionales se especifican criterios que juzgan operaciones del sistema en lugar de su comportamiento, entre los cuales se encuentran:

- Software
- Seguridad
- Portabilidad
- Conectividad
- Interfaz y usabilidad
- Rendimiento

A continuación, se describe en la siguiente tabla el tipo de lenguaje que se usará para el correcto desarrollo del sistema.

<b>NFR-0001</b>	<b>Software</b>
<b>Versión</b>	1.0 ( 11/09/2017 )
<b>Autores</b>	<a href="#">Francisco González</a> <a href="#">Josseling Flores</a>
<b>Fuentes</b>	<a href="#">Jolvin Mejía</a>
<b>Descripción</b>	<i>Se utilizará el software java de Android para el desarrollo de la aplicación móvil.</i>
<b>Importancia</b>	vital
<b>Urgencia</b>	inmediatamente
<b>Estado</b>	validado
<b>Estabilidad</b>	alta
<b>Comentarios</b>	Se deberá contar con Android Studio para el desarrollo de Acuasoft.

*Tabla 7. Requerimiento No Funcional - Software*

Fuente: Elaboración propia

En la siguiente tabla se detalla el tipo de acceso que tendrá el usuario final para el adecuado uso de Acuasoft.

<b>NFR-0002</b>	<b>Seguridad</b>
<b>Versión</b>	1.0 ( 11/09/2017 )
<b>Autores</b>	<a href="#">Francisco González</a> <a href="#">Josseling Flores</a>
<b>Fuentes</b>	<a href="#">Jolvin Mejía</a>
<b>Descripción</b>	<i>El sistema deberá garantizar el acceso a la información según sea el cargo al usuario autorizado. La información manejada por el sistema será objeto de cuidadosa protección contra accesos no permitidos y no deberá tener retrasos para obtener los datos.</i>
<b>Importancia</b>	importante
<b>Urgencia</b>	inmediatamente
<b>Estado</b>	validado
<b>Estabilidad</b>	alta
<b>Comentarios</b>	Es necesario para demostrar la seguridad de los datos.

*Tabla 8. Requerimiento No Funcional - Seguridad*

Fuente: Elaboración propia

Para una adecuada portabilidad de la aplicación móvil en la tabla a continuación se describe lo principal a que debe tomar en cuenta el usuario final.

NFR-0003	Portabilidad
Versión	1.0 ( 11/09/2017 )
Autores	<a href="#">Francisco González</a> <a href="#">Josseling Flores</a>
Fuentes	<a href="#">Jolvin Mejía</a>
Descripción	El sistema deberá <i>estar disponible para todo tipo de dispositivo con Sistema Operativo Android.</i>
Importancia	importante
Urgencia	inmediatamente
Estado	validado
Estabilidad	alta
Comentarios	Ninguno.

*Tabla 9. Requerimiento No Funcional - Mantenibilidad y portabilidad*

Fuente: Elaboración propia

A continuación, en la siguiente tabla se detalla el tipo de conectividad que deberá de contar el sistema.

NFR-0004	Conectividad
Versión	1.0 ( 11/09/2017 )
Autores	<a href="#">Francisco González</a> <a href="#">Josseling Flores</a>
Fuentes	<a href="#">Jolvin Mejía</a>
Dependencias	Ninguno
Descripción	El sistema deberá <i>disponer de una conexión a internet, ya sea por Wifi o por tarifa de datos.</i>
Importancia	vital
Urgencia	inmediatamente
Estado	validado
Estabilidad	alta
Comentarios	Se requiere para acceder a los módulos de la aplicación.

*Tabla 10. Requerimiento No Funcional - Conectividad*

Fuente: Elaboración propia



En la siguiente tabla se describe como deberá de ser la interfaz y usabilidad para el correcto manejo del sistema.

NFR-0005	Interfaz y usabilidad
Versión	1.0 ( 11/09/2017 )
Autores	<a href="#">Francisco González</a> <a href="#">Josseling Flores</a>
Fuentes	<a href="#">Jolvin Mejía</a>
Dependencias	Ninguno
Descripción	El sistema deberá <i>contar con una interfaz sencilla, atractiva e intuitiva y con fácil acceso a cada una de las opciones del mismo.</i>
Importancia	importante
Urgencia	inmediatamente
Estado	validado
Estabilidad	alta
Comentarios	El menú principal tiene que ser sencillo, ágil y comprensible.

*Tabla 11. Requerimiento No Funcional - Interfaz y usabilidad*

Fuente: Elaboración propia

En la tabla a continuación, se especifica el rendimiento que deberá tener el sistema para mostrar en tiempo real la información al usuario final.

FRQ-0006	Rendimiento
Versión	1.0 ( 11/09/2017 )
Autores	<a href="#">Francisco González</a> <a href="#">Josseling Flores</a>
Fuentes	<a href="#">Jolvin Mejía</a>
Dependencias	Ninguno
Descripción	El sistema deberá <i>tener tiempos de respuestas no superiores a 1 segundo en las peticiones al servidor y en las consultas a la base de datos.</i>
Importancia	vital
Urgencia	inmediatamente
Estado	validado
Estabilidad	alta
Comentarios	Ninguno

*Tabla 12. Requerimiento No Funcional - Rendimiento*

Fuente: Elaboración propia

## 2.6. Identificación de los reportes que generará el sistema

- Graficas: deben mostrar el estado en tiempo real de los 4 parámetros a evaluar. Además, debe permitir seleccionar un rango de fechas y exportar los datos a Excel.
- Listado de los alimentos: según los alimentos que compren para que los peces consuman.
- Listado de los parámetros de vida: muestra el rango o tiempo estimado que tiene cada tipo de pez.
- Listado de tipos de pez: debe mostrar todos los tipos de peces que usen en el sistema acuapónico.
- Listado de asignación de alimentos: debe mostrar el tipo de alimento asignado al tipo de pez debido a que no todos los peces consumen lo mismo.
- Listado de tipos de estanques: se mostrará la información referente al estanque.
- Listado de asignación de peces: muestra que tipo de peces están por estanques.



## Capítulo II - Estudios de Viabilidad

### DESCRIPCIÓN BREVE

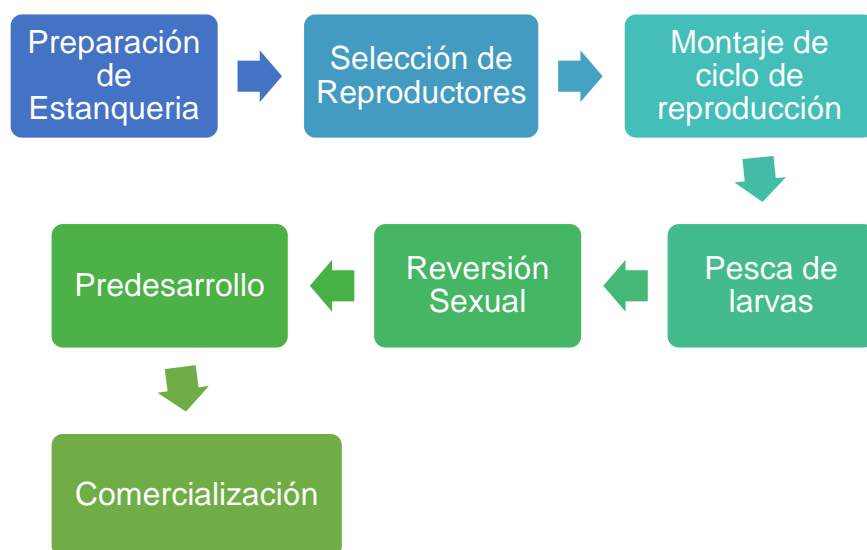
En el segundo capítulo, se detalla el análisis de la viabilidad operativa, técnica, económica, financiera, legal y ambiental para determinar el grado de aceptación que la propuesta genera en la institución tomando en cuenta los aspectos tecnológicos, costos, beneficios, aspectos legales, la operatividad y el impacto al medio ambiente.

### 3. Viabilidades del Sistema

#### 3.1. Estudio Operativo

Con el estudio operativo se determinará la necesidad de implementación de una aplicación móvil que monitoreará uno de los procesos en los que incurre el Sistema Acuapónico reduciendo los tiempos de trabajo para aumentar la productividad en la granja.

Para la realización del trabajo monográfico, se considera necesario conocer el proceso que realiza el área de trabajo y las funciones del encargado. El flujograma de proceso del cultivo es el siguiente:



*Ilustración 13. Flujograma de Proceso de cultivo de Tilapias*

Fuente: Elaboración propia

En anexo II, se puede ver más a detalle la descripción de cada parte del proceso.

En el proceso de cultivo de tilapias, desde la selección de reproductores hasta el predesarrollo del pez, el jefe administrativo operativo realiza la recopilación de datos de los 9 estanques en un tiempo promedio de la siguiente manera:

Parámetro	Instrumento	Tiempo
Temperatura	Oxigenómetro	60 minutos
Alcalinidad del agua (pH)	pH-metro	30 minutos
Turbidez del agua	Disco de Secchi	30 minutos
Volumen	Observación	20 minutos
Total		140 minutos (aprox.)

*Tabla 13. Promedio de tiempos*

Fuente: Elaboración propia, en base a entrevista con el jefe de la granja

- El jefe recopila los datos 2 veces al día, de 8:30am a las 11:00am y de 02:00pm a 04:30pm.
- Los datos se anotan en una libreta para posteriormente digitarlos en tablas de Excel. El formato que usan para almacenar la información es el siguiente:

Fecha	Hora	No. Estanque	Medida

*Tabla 14. Formato de almacenamiento de datos*

Fuente: Elaboración propia

Nota: se usa el mismo formato para guardar todos los registros de los parámetros.

- El formato es guardado y enviado a las autoridades superiores por semana según entrevista realizada al jefe.

Además, los registros de la información referente a peces y estanques los guardan en hojas de libretas. La granja solo está conformada por el Jefe administrativo operativo y un vigilante, pues el área en trabajo es de acceso restringido, sin embargo, el sistema será multiusuario debido que, aunque solo el encargado del área monitorea el sistema acuapónico, las autoridades de faca podrán acceder a ciertos módulos según entrevista realizada al jefe.

Las funciones que el jefe y el vigilante desempeñan son:

Identificación del Cargo	
<b>Área:</b>	Granja demostrativa de cultivo de peces
<b>Cargo:</b>	Jefe administrativo operativo de granja
<b>Jefe Inmediato:</b>	Facultad de Ciencias Agrarias (FACA)
Propósito Principal	
Persona encargada en coordinar y dirigir las actividades operativas y de apoyo académico en la granja, en función de la autosostenibilidad y el apoyo a la misión institucional de la UNA.	
Descripción de Funciones	
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Realizar la logística para los diferentes proyectos de la granja.</li> <li>• Manejar los estados financieros, relativos a la administración de los proyectos implementados en la granja.</li> <li>• Realizar pedidos de los materiales e insumos requeridos para el mantenimiento de los estanques, peces, cultivos, etc.</li> <li>• Recopilar los datos obtenidos de las mediciones sobre el pH, turbidez, temperatura, volumen.</li> <li>• Hacer los reportes semanales, quincenales y mensuales de los datos recopilados para posteriormente realizar mejoras.</li> <li>• Suministrar los alimentos a los peces.</li> <li>• Planificar las proyecciones del cultivo para su posterior venta.</li> <li>• Asistir a las reuniones programadas con el FACA para brindar información sobre el estado del cultivo de peces.</li> <li>• Resolver las inconsistencias presentadas en el área de cultivo.</li> </ul>	
Habilidades y Destrezas	
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Objetividad</li> <li>• Destreza</li> <li>• Menta analítica</li> <li>• Capacidad de negociación</li> </ul>	

*Tabla 15. Ficha ocupacional - Jefe de granja*

Fuente: Elaboración propia

<b>Identificación del Cargo</b>	
<b>Título del puesto:</b>	Vigilante
<b>Dependencia:</b>	Facultad de Ciencias Agrarias (FACA)
<b>Proceso:</b>	Gestión Académica
<b>Propósito Principal</b>	
Vigilar las instalaciones físicas y bienes personales de la granja, cumpliendo con las normas de seguridad establecidas en la UNA y utilizando los medios necesarios para garantizar el resguardo de los mismos.	
<b>Descripción de Funciones</b>	
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Revisar el área de la granja al entrar a su turno.</li> <li>• Llevar un control escrito de entradas y salidas de terceros a la granja.</li> <li>• Periódicamente, efectuar recorridos por toda la granja.</li> <li>• No abandonar el área sin la autorización correspondiente.</li> <li>• Impedir desordenes o alteraciones por parte de terceros que afecten el cultivo de peces.</li> <li>• Responder por los inmuebles que estén dentro de la granja.</li> <li>• Contribuir con responsabilidad y sentido de pertenencia en el desarrollo integral de los programas que se vayan a realizar en la granja.</li> <li>• Dar aviso a las autoridades en caso de hurto, robo, asalto o de cualquier acción sospechosa en el área de la granja.</li> <li>• Encender y apagar las luces del área de la granja.</li> <li>• Controlar la salida del mobiliario y equipo del área de la granja.</li> <li>• Verificar que el área esté en orden y control al terminar el turno.</li> </ul>	
<b>Habilidades y Destrezas</b>	
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Objetividad</li> <li>• Destreza</li> <li>• Menta analítica</li> <li>• Facilidad de trabajar en equipo</li> <li>• Relaciones interpersonales</li> </ul>	

*Tabla 16. Ficha ocupacional – Vigilante*

Fuente: Elaboración propia

Solo el jefe de granja tiene acceso a los cultivos de los peces por ende el tiempo que invierte en la recopilación de datos oscila entre 2 o 2 horas y media tanto en la mañana como por la tarde tomando en consideración que la información que recopila es por los 9 estanques sin incluir de que muchas veces él no está presente en el lugar de trabajo ya sea porque está en reunión con los miembros de FACA o atendiendo a las micro empresas u otros asuntos según entrevista realizada al jefe.

Por lo tanto, analizando el proceso del cultivo de peces y las funciones que tiene el jefe, es viable operativamente el uso del sistema de unidades de precisión porque permite que la revisión de los estanques que contienen a las tilapias se desarrolle en un menor tiempo durante el día debido a que aproximadamente dura 140 minutos (tiempo excesivo) en revisar los 9 estanques, por lo que se pretende que la aplicación capture cada 60 minutos, es decir, 24 datos por día de cada parámetro equivalente a un aumento de 22 mediciones que a la vez reduciría el riesgo de pérdidas de peces (mortandad) por estanque así como la reducción de los costos.

Además, la información obtenida se llevará bajo un control más preciso guardándose en la base de datos y mostrando en el sistema el estado actual de cómo se encuentran los estanques para actuar de manera inmediata y dar una solución viable al problema captado por la aplicación. Esto permitirá realizar estudios que en un futuro ayudarán a retroalimentar y a mejorar los procesos actuales para el mantenimiento de los mismos y así, poder asegurar la producción de los peces y que no se afecte la comercialización.



### 3.2. Estudio Técnico

Con el estudio técnico, se pretende determinar los equipos, herramientas con los que debe contar la UNA para poder llevar acabo el diseño del prototipo de unidades de precisión y la aplicación móvil y analizar los insumos y recursos con los que cuenta la universidad.

#### 3.2.1. Análisis de las condiciones técnicas

Se pretende realizar la ejecución del proyecto con el gestor de Base de Datos MySQL (versión 5.0.11) y para ello, se necesitará un servidor Hosting (servidor que almacenará la base de datos y estructura del proyecto). Para esto se investigó ciertos hostings que cumplen con los requerimientos y herramientas que se necesitan para el sistema detallándose a continuación.

HOST	ESPACIO	MYSQL	HOSTING	USUARIOS FTP	DOMINIO	COSTO
000webhost	Limitado	2	1000 MB	NO	NO	GRATUITO
Godaddy	Ilimitado	25 (1GB)	Ilimitado	50	Gratis (1er año)	4.99\$/mensual
hostinger	Ilimitado	Ilimitado	Ilimitado	Ilimitado	Ilimitado	5.42\$/mensual
hostgator	Ilimitado	Ilimitado	Ilimitado	Ilimitado	Ilimitado	5.98\$/mensual
1and1	Ilimitado	Ilimitado	Ilimitado	Ilimitado	Ilimitado	9.99\$/mensual
Host1plus	Ilimitado	Ilimitado	Ilimitado	Ilimitado	Ilimitado	12.8\$/mensual

*Tabla 17. Comparativos de Hosting*

Fuente: Elaboración propia

Entre los hosting mencionados en la Tabla 17, se observa que Hostinger es el hosting más viable para utilizar con la aplicación por sus servicios y herramientas ilimitados a un bajo costo; además, de contar con un Cpanel<sup>1</sup> más conocido (de uso fácil y manejable) el que estaría alojado en la nube como [www.hostinger.com](http://www.hostinger.com); y el servidor del Dominio (Nombre del Sitio Web) [www.godaddy.com/es](http://www.godaddy.com/es) teniendo un costo de 2\$/anual por extensión “.xyz” (a la fecha 02 de Junio 2017).

---

<sup>1</sup> Cpanel: configuración donde se manipula el almacenamiento del hosting

Hostinger ofrece otras características que serán de ayuda al desarrollo del sistema entre los cuales se encuentran:

<b>Características</b>	
<i>Espacio de Disco SSD</i>	Ilimitado
<i>Ancho de Banda</i>	Ilimitado
<i>Anuncios</i>	Sin Anuncios
<i>Soporte FTP</i>	Si
<i>Bases de Datos MySQL</i>	Ilimitado
<i>Autoinstalador de Scripts PHP</i>	Si
<i>Soporte PHP casi sin restricción</i>	Si
<i>Gestión web de archivos</i>	Si
<i>99% Uptime</i>	Si
<i>Activación instantánea</i>	Si
<i>Tareas Cron</i>	Si
<i>Curl</i>	Si
<i>GD</i>	Si
<i>Cuentas POP3</i>	Si
<i>Web Mail</i>	Si
<i>Protección Spam</i>	Si
<i>Forwarding Correo</i>	Si
<i>Soporte IMAP</i>	Si
<i>Modifica entrada MX</i>	Si
<i>Administrador de IPs</i>	Si
<i>Redirección URL</i>	Si
<i>Directorios Protegidos Contraseña</i>	Si
<i>Administrador de Archivos Online</i>	Si
<i>phpMyAdmin</i>	Si

*Tabla 18. Requerimientos del Servidor Hosting (Hostinger)*

*Fuente: Elaboración propia, (Stuopelis, 2004)*

Para el desarrollo y consumo de los WebService se pretende utilizar el lenguaje PHP Json, con versión 5.6.29., en el que se necesitan requisitos óptimos de hardware tales como:

<b>Requisitos de hardware</b>	
<b>Máquina Virtual</b>	1024 Mb
<b>Memoria RAM</b>	512 Mb
<b>Almacenamiento en disco</b>	1 GB
<b>Sistema Operativo</b>	Windows, Linux o Unix

*Tabla 19. Requisitos mínimos para MySQL*

*Fuente: Elaboración propia, (Perez, 2015)*

Para el prototipo de unidades de precisión, se usará Arduino que es una plataforma de electrónica abierta para la creación de modelos a escala, el cual está basado en el lenguaje de programación C++. Para programar en IDE Arduino son necesarias las siguientes características de hardware:

Requisitos Mínimos de hardware	
<b>Memoria RAM</b>	1 GB
<b>Almacenamiento en disco</b>	1 GB
<b>Sistema Operativo</b>	Windows, Linux (32 o 64 bits), Mac OS X (10.7 Lion o posterior)

*Tabla 20. Requisitos mínimos de Hardware para ejecutar Arduino*


Fuente: Elaboración propia, (Massimo Banzi, 2000)

Existen diferentes tipos de modelos de Arduino los cuales se utilizan según el funcionamiento que se les vaya a dar pues se destacan por su competitividad en realizar múltiples tareas simultáneas.

Para el prototipo a escala de Arduino, se hizo una comparación de los precios en diferentes sitios web de compra en línea (Ver Anexo III) y se optó por Ebay, por la facilidad y el historial de envíos exitosos que posee, además dicho gestor de compras en línea permite en sus políticas opciones de reclamo y reembolso de la inversión dando mayor confianza en el momento de la compra, a continuación el detalle de modelos, características y precios de los insumos:

Modelo	Características	Precios <sup>2</sup>
<b>Tarjeta Madre o Principal</b>		
 <p>Arduino Mega 2560 R3</p>	<p><b>Microcontrolador:</b> ATmega2560  <b>Voltaje de funcionamiento:</b> 6V  <b>Pines I/O digitales:</b> 54  <b>Pines de entradas análogas:</b> 16  <b>Corriente DC por cada pin I/O:</b> 20 mA  <b>Memoria Flash:</b> 256 KB  <b>SRAM:</b> 8 KB  <b>EEPROM:</b> 4 KB  <b>Velocidad de reloj:</b> 16 MHz</p>	\$ 25.00

<sup>2</sup> Precios de Compras en línea. Sitio Web: <http://www.ebay.com/>

Es una placa electrónica basada en el Atmega2560.		
<b>Tarjeta de Red</b>		
 <p>Ethernet Shield</p> <p>Es un poderoso escudo IO con cripto-autenticación, desarrollado con ATMEL, que conecta la placa Arduino o Genuino a Internet de forma inalámbrica. Conectarlo a una red WiFi es simple, no se requiere ninguna configuración adicional, además de la SSID<sup>3</sup> y la contraseña.</p>	<p><b>Microcontrolador:</b> ATmega328  <b>Voltaje de funcionamiento:</b> 5V  <b>Pines I/O digitales:</b> 14  <b>Pines de entradas análogas:</b> 6  <b>Corriente DC por cada pin I/O:</b> 40 mA  <b>Memoria Flash:</b> 32 KB  <b>SRAM:</b> 2 KB  <b>EEPROM:</b> 1KB  <b>Velocidad de reloj:</b> 16 MHz</p>	\$ 11.00

*Tabla 21. Componentes Principales del Arduino*

Fuente: Elaboración propia

Para la tarjeta de red Ethernet Shield, los requerimientos mínimos de Router Inalámbrico son:

	<b>Mínimos</b>
<b>Puertos</b>	4 o más puertos Ethernet
<b>Conexión ADSL</b>	Velocidad mayor a 5 mbs

*Tabla 22. Requerimientos mínimos de Router Inalámbrico*

Fuente: Elaboración propia, (G., 2013)

Para obtener la información correspondiente a la temperatura, pH, turbidez y volumen, se pretende adquirir sensores los cuales se utilizan para transformar una magnitud física en una señal eléctrica, describiéndose a continuación:

<sup>3</sup> SSID: El nombre de la red inalámbrica

Sensores Electrónicos		
Modelos	Características	Precios <sup>4</sup>
 <p>Sensor Temperatura DS18B20</p> <p>Permite medir temperaturas de hasta 125°C de forma fácil y además está sellado en un envoltorio estanco que permite sumergirlo en un líquido o protegerlo de la intemperie.</p>	<p><b>Rango de temperatura:</b> -55 a 125°C</p> <p><b>Resolución:</b> de 9 a 12 bits (configurable)</p> <p><b>Precisión:</b> <math>\pm 0.5^{\circ}\text{C}</math> (de <math>-10^{\circ}\text{C}</math> a <math>+85^{\circ}\text{C}</math>)</p> <p>Tiempo de captura inferior a 750ms</p> <p><b>Alimentación:</b> 3.0V a 5.5V</p>	\$ 5.00
 <p>Sensor Ultrasónico, Hc-sr04</p> <p>Es un sensor de distancias por ultrasonidos capaz de medir el volumen, detectar objetos y calcular la distancia a la que se encuentra en un rango de 2 a 450 cm.</p>	<p><b>Dimensiones del circuito:</b> 43 x 20 x 17 mm</p> <p><b>Tensión de alimentación:</b> 5 Vcc<sup>5</sup></p> <p><b>Frecuencia de trabajo:</b> 40 KHz</p> <p><b>Rango máximo:</b> 4.5 m</p> <p><b>Rango mínimo:</b> 1.7 cm</p> <p><b>Duración mínima del pulso de disparo:</b> 10 <math>\mu\text{S}</math><sup>6</sup>.</p> <p><b>Duración del pulso eco de salida:</b> 100-25000 <math>\mu\text{S}</math>.</p> <p>Tiempo mínimo de espera entre una medida y el inicio de otra 20 mS<sup>7</sup>.</p>	\$ 3.00
 <p>Activo Zumbador Sonido Ky-012</p> <p>Son dispositivos que generan un sonido de una frecuencia determinada y fija cuando son conectados a tensión.</p>	<p><b>Material:</b> Plástico</p> <p><b>Voltaje:</b> 3.5-5 .5 V</p> <p><b>Corriente:</b> &lt;25mA</p> <p><b>Frecuencia:</b> 2300 <math>\pm</math> 500</p>	\$ 3.00

<sup>4</sup> Precios de Compras en línea. Sitio Web: <http://www.ebay.com/>

<sup>5</sup> Vcc: Voltaje corriente continua

<sup>6</sup>  $\mu\text{S}$ : Micro Segundos

<sup>7</sup> mS: Mili Segundos

 <p>Sensor Turbidez SHT-161</p> <p>Este sensor provee tanto salidas análogas como salidas digitales.</p>	<p><b>Tensión de funcionamiento:</b> 5V DC</p> <p><b>Corriente de funcionamiento:</b> 40 mA (MAX)</p> <p><b>Tiempo de respuesta:</b> &lt;500 ms</p> <p><b>Resistencia de aislamiento:</b> 100M (Min)</p> <p><b>Método de salida:</b></p> <p><b>Salida analógica:</b> 0-4.5V</p> <p><b>Temperatura de funcionamiento:</b> 5 °C ~ 90 °C</p> <p><b>Temperatura de almacenamiento:</b> -10 °C ~ 90 °C</p> <p><b>Peso:</b> 30 g</p>	<p>\$ 15.00</p>
 <p>Sensor pH ph0-14</p> <p>Este electrodo de pH tiene un solo cilindro que permite la conexión directa al terminal de entrada de un medidor de pH, controlador, o cualquier dispositivo de pH que tiene un terminal de entrada BNC.</p>	<p><b>Tensión de calentamiento:</b> 5 ± 0,2 V (AC - DC)</p> <p><b>Corriente de trabajo:</b> 5-10mA</p> <p><b>Rango de detección de temperatura:</b> 0-80 °C</p> <p><b>Tiempo de respuesta:</b> ≤5S</p> <p><b>Tiempo de establecimiento:</b> ≤60S</p> <p><b>Componente de energía:</b> ≤0.5W</p> <p><b>Temperatura de trabajo:</b> -10 ~ 50 °C (temperatura nominal de 20 °C)</p> <p><b>Humedad:</b> 95% RH (humedad nominal 65% RH)</p> <p><b>Tamaño del módulo:</b> 42 mm x 32 mm x 20 mm</p> <p><b>Salida:</b> salida de la señal analógica de tensión</p>	<p>\$ 40.00</p>

*Tabla 23. Sensores Electrónicos de Arduino*

Fuente: Elaboración propia

Con respecto a la lectura de los datos, estos se transmiten por el mismo IDE del Arduino. Pero además de poderse leer en el celular, se pretende mostrar la información por la pantalla LCD que son dispositivos diseñados para mostrar información en forma gráfica. Sus siglas significan Liquid Crystal Display (display de cristal líquido). La mayoría de ellas vienen unidas a una placa de circuito y poseen pines de entrada/salida de datos.

Lectores Digitales		
Modelo	Características	Precios <sup>8</sup>
 <p>LCD 1602 16x2 Hd44780</p> <p>El proceso de control de un LCD con Arduino nos abre un frente de interacción visual de la electrónica de un modo rápido, sencillo y eficaz.</p>	<p>16 caracteres x 2 líneas.            Caracteres de 5x8 puntos.  <b>Tamaño de carácter:</b> 4.35 x 2.95 mm.            Puede mostrar letras, números, caracteres especiales, etc.  <b>Backlight de LED:</b> color azul  <b>Caracteres:</b> color blanco  <b>Interface:</b> paralela.  <b>Controlador:</b> KS0066 o equivalente on-board  <b>Voltaje de alimentación:</b> 5 V</p>	<p>\$ 6.00</p>
 <p>Protoboard con puntos de soldadura</p> <p>Tablero con orificios que se encuentran conectados eléctricamente entre sí de manera interna, habitualmente siguiendo patrones de líneas, en el cual se pueden insertar componentes electrónicos y cables para el armado y prototipado de circuitos electrónicos y sistemas similares.</p>	<p>Las placas de prueba tienen un conjunto de agujeros ordenados matricialmente a un paso o separación, generalmente, de 2.54 milímetros. Los agujeros están separados de los demás o interconectados de acuerdo a un patrón que facilita su utilización.  <b>Capacitancia:</b> de 2 a 30 por punto de contacto.  <b>Bajas frecuencias:</b> inferiores a los 10 o 20 MHz</p>	<p>\$ 6.00</p>
 <p>Kit Led</p> <p>A pesar de la información transmitidas de la placa Arduino mega 2560 hacia el panel LCD, se requiere también otras señales para dar más relevancia a posibles</p>	<p><b>LED Verde:</b> esta Óptimo  <b>LED Amarillo:</b> esta Regular  <b>LED Rojo:</b> esta critico (se debe tomar en consideración inmediata)</p>	<p>\$ 7.00</p>

<sup>8</sup> Precios de Compras en línea. Sitio Web: <http://www.ebay.com/>

intermitencias o posibles fallas en lo que se ha validado en código fuente.		
---	--	--

*Tabla 24. Lectores Digitales de Arduino*

Fuente: Elaboración propia

Para realizar las conexiones de forma lógica de las tarjetas, sensores, LCD y demás, es necesario el uso de algunos insumos electrónicos los cuales se pueden apreciar en Anexos IV. La conexión de la Tarjeta Madre de Arduino con la computadora, se puede apreciar en Anexos V.

Con respecto a la Aplicación Móvil, se pretende programar en Android (Versión 4.0 Ice Cream) en Android Studio el cual pide como requisitos mínimos de hardware:

<b>Requisitos Mínimos de Hardware</b>	
<b>Resolución</b>	1,280 x 800
<b>Procesador</b>	64 bits y procesador Intel (emulador)
<b>Memoria</b>	2 GB de RAM (8 GB de RAM recomendado)
<b>Almacenamiento</b>	2 GB de espacio libre mínimo (4 GB recomendado)
<b>Java</b>	Java 8
<b>Sistema Operativo</b>	Windows 7/8/10 (32 o 64 bits).

*Tabla 25. Requisitos mínimos de Hardware para ejecutar Android Studio*

Fuente: Elaboración propia, (Ardións, 2016)

Para la instalación del Android Studio, se debe descargar e instalar el JDK de Java Y luego proceder a descargar el Android Studio (Ver Anexo VI).

### 3.2.2. Especificaciones del lado del cliente

Acuasoft podrá ser accedido desde cualquier móvil en cualquier momento o lugar con especificaciones del lado del cliente tales como:



Requerimientos Mínimos de Hardware	
<b>Pantalla Superior</b>	4 pulgadas
<b>Procesador</b>	Quad-core
<b>Memoria</b>	1 GB de RAM
<b>Almacenamiento</b>	8 GB
<b>Api</b>	Android 4.0 (ICE-CREAM-SANDIWH) o superior
<b>Sistema Operativo</b>	Android

*Tabla 26. Requerimientos mínimos para ejecutar una Aplicación Móvil*

Fuente: Elaboración propia

Además, para que la información se muestre en tiempo y forma, se necesita únicamente que el dispositivo esté conectado a internet y para ello, existen 2 opciones tales como:

✓ Wifi:

Requerimientos Mínimos	
<b>Ancho de Banda</b>	2 Mbps

*Tabla 27. Requisitos del Wifi*

Fuente: Elaboración propia

✓ Datos móviles:

Requerimientos Mínimos	
<b>Modo de Red</b>	3G o 4G (preferiblemente)
<b>Vigencia</b>	30 días

*Tabla 28. Requisitos de datos móviles*

Fuente: Elaboración propia

La universidad posee conexión a internet de 3 Megabyte de ancho de banda por lo que el jefe de la granja hará uso de esta conexión para llevar el monitoreo con Acuasoft.

Para alimentar con corriente eléctrica los sensores de Arduino, se pretende usar un cubo y un cable USB que la UNA proporcionara con los siguientes requerimientos mínimos:

Requerimientos Mínimos	
<b>Cubo</b>	
Amperaje	2.0A
Voltaje	5.0V
<b>Cable USB</b>	
Amperaje	500mA
Tipo	A o B

*Tabla 29. Requerimientos mínimos de corriente eléctrica*

Fuente: Elaboración propia, (Crespo, 2016)

### 3.2.3. Costo en inversión de insumos

La granja no posee los insumos necesarios para la implementación del Arduino por lo que la UNA incurrirá en el costo de los mismos los cuales se detallan a continuación:

Concepto	Costo Anual
<b>Controladores Arduino</b>	\$ 250.00
<b>Total</b>	<b>\$ 250.00</b>

*Tabla 30. Costo de Controladores Arduino*

Fuente: Elaboración propia

Así mismo, la granja tampoco posee un servidor para alojar el sistema, por tal razón se recomienda adquirir un plan anual del servidor del Dominio y del Hosting el cual se explica en el estudio financiero.

Anualmente, la UNA estará invirtiendo un aproximado de \$ 250.00 en el hardware (controladores Arduino) los que tienen una vida útil aproximada de año y medio.

Por lo tanto, la UNA cumple con las características técnicas necesarias para implementar el sistema de unidades de precisión pues solo se necesita de corriente eléctrica para alimentar el Arduino y que el usuario final tenga acceso a internet para que pueda monitorear con la aplicación móvil el estado de los estanques; además, de pagar el alojamiento y mantenimiento del software.

### 3.3. Estudio Económico

Para el desarrollo del estudio económico se utilizó el método de estimación de costes de desarrollo de software COCOMO (COConstructive COSt MOdel) que engloba en el grupo de los modelos algorítmicos que tratan de establecer una relación matemática que permite estimar el esfuerzo y tiempo requerido para desarrollar un producto software.

Las ecuaciones a utilizar son:

$E = a (KLDC)^e * FAE$  : Esfuerzo requerido por el proyecto en persona-mes;

$T = c (E)^d$  : Tiempo requerido en meses;

$CH = E/T$  : Número de personas requeridas para el proyecto;

$P = (KLDC * 1000)/T$  : Productividad en líneas de código por hombre máquina.

Para encontrar los valores en cada ecuación, se consideró hacer los cálculos de cada formula por separado pero en paralelo observándose paso a paso en Anexo VII, pues tanto para hacer el prototipo de unidades de precisión como para la aplicación móvil era necesario emplear líneas de código para el desarrollo lógico de conexión con un número determinado de personas trabajando en cada módulo, un tiempo determinado para el modelo a escala del Arduino y el sistema Android para que la productividad fuese efectiva en el tiempo pronosticado de entrega del sistema.

Los resultados en cada ecuación son:

❖ Esfuerzo del desarrollo:

✓ Arduino:

$$E = 3.2 (2.88)^{1.05} * 0.392 = 3.8 \text{ equivalente a 4 personas/mes}$$

✓ Android:

$$E = 3.2 (6.63)^{1.05} * 0.618 \\ = 14.41 \text{ equivalente a 14 personas/mes}$$

❖ Tiempo del desarrollo:

✓ Arduino:

$$T = 2.5 (4)^{0.38} = 4.23 \text{ equivalente a 4 meses}$$

✓ Android:

$$T = 2.5 (14)^{0.38} = 6.81 \text{ equivalente a 7 meses}$$

❖ Cantidad de hombres:

✓ Arduino:

$$CH = E/T = 3.8/4.23 = 0.90 = 1 \text{ persona}$$

✓ Android:

$$CH = E/T = 14/6.81 = 2.05 = 2 \text{ personas}$$

❖ Productividad:

✓ Arduino:

$$P = (KLDC * 1000)/T = (2.88 * 1000)/4.23 = 680.85$$

$P = 680.85$  líneas de código por hombre maquina

✓ Android:

$$P = (KLDC * 1000)/T = (6.63 * 1000)/6.81 = 973.57$$

$P = 973.57$  líneas de código por hombre maquina

Según las cifras obtenidas, es necesaria 1 persona para trabajar en Arduino en un lapso de tiempo de 4 meses trabajando 680.85 líneas de código y 2 personas programando en Android durante 7 meses con 973.57 líneas de código C/U.

❖ **Ventajas y beneficios de Implementar Arduino**

Arduino trae consigo las siguientes ventajas:

- Simplifica el proceso de trabajar con microcontroladores.
- Las placas Arduino son más accesibles comparadas con otras plataformas de microcontroladores. Los módulos más caros de Arduino pueden ser montadas a mano bajando sus costos.

- El software de Arduino funciona en los sistemas operativos Windows, Macintosh OSX y Linux; mientras que la mayoría de otros entornos para microcontroladores están únicamente limitados a Windows.
- Entorno de programación simple y directo.

Entre los beneficios de crear el prototipo de unidades de precisión para la granja de la UNA se encuentran:

- Recolección automática de datos como temperatura, pH, turbidez y volumen en tiempo optimo y forma ordenada.
- Transformación de la información física a digital.
- Visualización durante un tiempo determinado del estado de los estanques.

#### ❖ **Ventajas y beneficios de la Aplicación Móvil**

Actualmente, el jefe de la granja tiene teléfono celular adecuado para poder usar Acuasoft. Las ventajas y beneficios de crear la aplicación en la granja de la UNA son las siguientes:

- Una única persona puede manejar todos los aspectos de la aplicación.
- Información en tiempo y forma para la toma de decisiones según se encuentre el estado de cada estanque.
- Monitoreo fuera del horario o área laboral por parte del encargado de la granja.
- La información recolectada por Arduino queda almacenada en la base de datos.
- Se guarda la información acerca de los peces y los estanques en general.
- Se pueden hacer comparaciones estadísticas de tiempo atrás con los datos actuales y así poder evaluar el hábitat de los peces.

Además de estimar el esfuerzo, el tiempo en desarrollo, la cantidad de personas involucradas y la productividad de las misma, si se decidiera implementar este estudio, es necesario integrar el cálculo de los costos totales del software incluyendo la mano de obra, los materiales e insumos que repercuten en la realización del proyecto (en Anexo VIII ver los cálculos estimados).

<b>Costos Directos</b>	
<b>Costo de la Fuerza de Trabajo</b>	C\$ 577,174.45
<b>Costo de Utilización Medios Técnicos</b>	C\$1,057.73
<b>Costo de Materiales</b>	C\$74.18
<b>Total</b>	<b>C\$ 578,306.36</b>

*Tabla 31. Costos directos del proyecto*

Fuente: Elaboración propia

Por lo tanto, el Costo Total del Proyecto será de:

$$CTP = 578,306.36 * 1.15 = \text{C\$ } 665,052.31$$

Equivalente en dólares a la fecha del 18/01/18<sup>9</sup> a **\$ 21,547.06** con una tasa de cambio de 30.8651 (C\$xUSD).

---

<sup>9</sup> Banco Central de Nicaragua. Sitio Web  
[http://www.bcn.gob.ni/estadisticas/mercados\\_cambiarior/tipo\\_cambio/cordoba\\_dolar/](http://www.bcn.gob.ni/estadisticas/mercados_cambiarior/tipo_cambio/cordoba_dolar/)

### 3.4. Estudio Financiero

El estudio financiero tiene como objetivo determinar cuál es el monto de los recursos económicos necesarios para la ejecución de un proyecto y los costos totales de operación del proceso productivo, así como el monto de los ingresos que aspira a recibir en cada uno de los periodos de vida útil.

Con el estudio de COCOMO se calculó el precio de la aplicación móvil de unidades de precisión dando un resultado de \$ 21,547.06 (Veintiuno mil quinientos cuarenta y siete dólares con cero seis centavos) sin incluir los controladores de Arduino, el valor del mantenimiento de la aplicación y la unidad de precisión, el registro del dominio y del alojamiento que se presentó en el Estudio Técnico para obtener un valor lo más aproximado posible a la inversión total que se realizará.

El costo total de la inversión será la sumatoria de lo que no se incluyó en el COCOMO. El costo total incluirá lo siguiente:

Concepto	Monto
<b>Costo de la Aplicación Móvil de Unidades de Precisión (Arduino + Android)</b>	\$ 21,547.06
<b>Materiales (Arduino)</b>	\$ 250.00
<b>WebHosting Anual</b>	\$ 65.00
<b>Aplicación Android en playstore</b>	\$ 40.00
<b>Mantenimiento</b>	\$ 391.00
<b>Total</b>	<b><u>\$ 22,293.06</u></b>

*Tabla 32. Costo total de la Aplicación móvil de Unidades de Precisión*

Fuente: Elaboración propia

El estudio se realizará de 2 maneras:

### 3.4.1. Sin financiamiento:

Si la UNA decidiera aportar todo el capital sin solicitar financiamiento, la TMAR quedaría de la siguiente manera:

$$TMAR = i + f + if$$

Donde:

$i$  =Tasa de inflación: inflación nacional

$f$  = El premio al riesgo significa el verdadero crecimiento al dinero y se le llama así porque el inversionista siempre arriesga su dinero (siempre que no invierte en el banco) y por arriesgarlo merece una ganancia adicional sobre la inflación. Como el premio por arriesgar, significa que, a mayor riesgo, se merece mayor ganancia.

Por lo tanto, la TMAR es igual a:

Tasa mínima 2016	
Tasa de Inflación <sup>10</sup>	3.10%
Premio al riesgo <sup>11</sup>	5.50%

Tabla 33. Tasa mínima del año 2016

Fuente: Elaboración propia

$$TMAR = i + f + if = 0.031 + 0.055 + (0.031 * 0.055) = 8.77\%$$

Una vez hallado el resultado de la TMAR, se calculará el VPN, que es solo trasladar los flujos de los años futuros al tiempo presente y restándole la inversión inicial que ya está en tiempo presente. Los flujos se descuentan a una tasa que corresponde a la TMAR, con la siguiente fórmula:

---

<sup>10</sup> Nicaragua en Cifras 2016. Sitio Web:

[http://www.bcn.gob.ni/publicaciones/periodicidad/anual/nicaragua\\_cifras/nicaragua\\_cifras.pdf](http://www.bcn.gob.ni/publicaciones/periodicidad/anual/nicaragua_cifras/nicaragua_cifras.pdf)

<sup>11</sup> Premios de riesgo de país. Sitio Web: <http://www.applet-magic.com/countryrisksp.htm>



$$VPN = -P + \sum \frac{FNE_n}{(1+i)^n}$$

Donde:

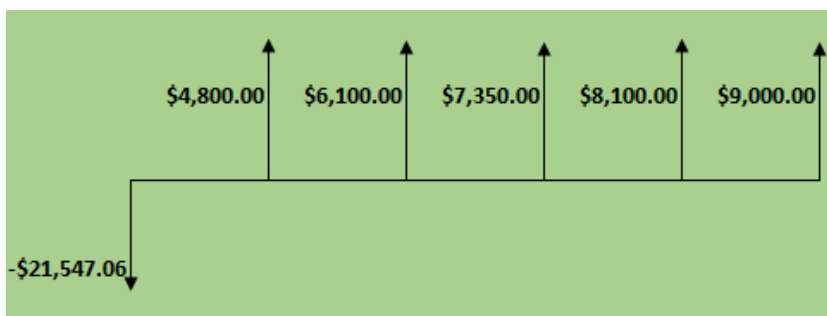
$P$ : Principal o la inversión

$FNE_n$ : Flujo neto de efectivo

$n$ : Es el periodo

$i$ : TMAR

El flujo neto de efectivo de la empresa es el siguiente:



*Ilustración 14. Diagrama de flujo de caja*

Fuente: Elaboración propia

El monto por cada año se calcula de un supuesto, haciendo constar según entrevista realizada al jefe que por mes tienen ventas entre \$ 400.00 y \$600.00 de alevines o peces a Pymes por lo que en un año llegan a tener ingresos entre \$ 4800.00 y \$ 7200.00 respectivamente.

Sustituyendo los datos en la ecuación el resultado es:

$$VPN = -\$21,547.06 + \left( \frac{4800}{1.0877^1} \right) + \left( \frac{6100}{1.0877^2} \right) + \left( \frac{7350}{1.0877^3} \right) + \left( \frac{8100}{1.0877^4} \right) + \left( \frac{9000}{1.0877^5} \right)$$

$$VPN = \$ 5,431.96$$

Una vez calculada la TMAR y el VPN, se procede a encontrar el valor del TIR. El TIR representa el rendimiento en porciento que ofrece la aplicación móvil de unidades de precisión. Para aceptar el proyecto la TIR debe ser mayo a la TMAR. El cálculo del TIR quedaría de la siguiente manera:

$$\$21,547.06 = \left( \frac{4800}{1+i^1} \right) + \left( \frac{6100}{1+i^2} \right) + \left( \frac{7350}{1+i^3} \right) + \left( \frac{8100}{1+i^4} \right) + \left( \frac{9000}{1+i^5} \right)$$

Sustituyendo los valores, la TIR queda de 17%.

### 3.4.2. Con financiamiento:

En el caso de ser requerido una fuente de financiamiento, de donde provendrá el fondo para cubrir la inversión inicial de \$ 21,547.06, será de un préstamo al banco del 100% con una tasa de interés del 16% a pagarse en un plazo de 5 años. Los pagos se realizarán anualmente con un monto fijo. Para encontrar dicha anualidad es calculado mediante la fórmula:

$$A = P \frac{i (1+i)^n}{(1+i)^n - 1}$$

En donde:

$A$  = Anualidad

$P$  = Principal o inversión

$i$  = Interés

$n$  = Cuotas o plazo a pagar

Dando como resultado:

$$A = \$ 21,547.06 \frac{16\% (1 + 16\%)^5}{(1 + 16\%)^5 - 1} = \$ 6,580.67$$

Cuando ya se conoce la anualidad, se empieza a elaborar la tabla de amortización, en la cual se muestra como se ira saldando la cuenta a lo largo del tiempo estipulado, es decir, 5 años. La amortización se calcula de la siguiente manera:

Tabla de amortización del préstamo				
Pago	Interés	Pago Anual	Pago principal	Deuda después del pago
0				\$21,547.06
1	\$3,447.53	\$6,580.67	\$3,133.14	\$18,413.92
2	\$2,946.23	\$6,580.67	\$3,634.44	\$14,779.48
3	\$2,364.72	\$6,580.67	\$4,215.95	\$10,563.52
4	\$1,690.16	\$6,580.67	\$4,890.51	\$5,673.02
5	\$907.68	\$6,580.67	\$5,672.99	\$0.00
Totales	\$11,356.32	\$32,903.35	\$21,547.03	

Tabla 34. Amortizaciones de la deuda

Fuente: Elaboración propia

Al final de los 5 años, se habrá pagado la deuda incluyendo los intereses de la misma. Para conocer si la inversión que se hará por la compra de la aplicación móvil de unidades de precisión será rentable, se calcula mediante la fórmula del Valor Presente Neto (VPN). Por lo tanto, la TMAR es igual a:

Tasa mínima 2016	
Tasa de Inflación <sup>12</sup>	3.10%
Premio al riesgo <sup>13</sup>	5.50%

Tabla 35. Tasa mínima del año 2016

Fuente: Elaboración propia

$$TMAR = i + f + if = 0.031 + 0.055 + (0.031 * 0.055) = 8.77\%$$

Una vez hallado el resultado de la TMAR, es calculado el VPN, que es solo trasladar los flujos de los años futuros al tiempo presente y restándole la inversión inicial que ya está en tiempo presente. Los flujos se descuentan a una tasa que corresponde a la TMAR, con la siguiente fórmula:

$$VPN = -P + \sum \frac{FNE_n}{(1 + i)^n}$$

<sup>12</sup> Nicaragua en Cifras 2016. Sitio Web:

[http://www.bcn.gob.ni/publicaciones/periodicidad/anual/nicaragua\\_cifras/nicaragua\\_cifras.pdf](http://www.bcn.gob.ni/publicaciones/periodicidad/anual/nicaragua_cifras/nicaragua_cifras.pdf)

<sup>13</sup> Premios de riesgo de país. Sitio Web: <http://www.applet-magic.com/countryrisksp.htm>

Donde:

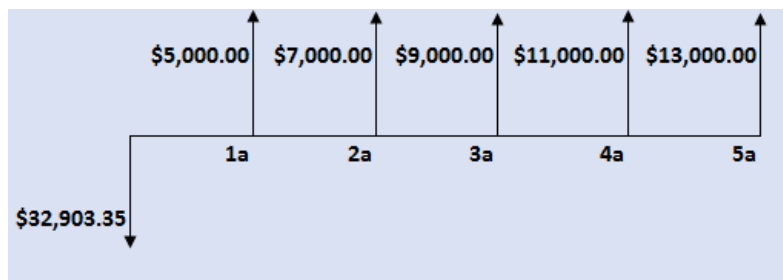
$P$ : Principal o la inversión

$FNE_n$ : Flujo neto de efectivo

$n$ : Es el periodo

$i$ : TMAR

El flujo neto de efectivo de la empresa es el siguiente:



*Ilustración 15. Diagrama de flujo de caja*

Fuente: Elaboración propia

Sustituyendo los datos en la ecuación el resultado es:

$$VPN = -\$32,903.35 + \left( \frac{5000}{1.0877^1} \right) + \left( \frac{7000}{1.0877^2} \right) + \left( \frac{9000}{1.0877^3} \right) + \left( \frac{11000}{1.0877^4} \right) + \left( \frac{13000}{1.0877^5} \right)$$

$$VPN = \$ 1,100.66$$

Una vez calculada la TMAR y el VPN, se procede a encontrar el valor del TIR. El TIR representa el rendimiento en porcentaje que ofrece la aplicación móvil de unidades de precisión. Para aceptar el proyecto la TIR debe ser mayor a la TMAR. El cálculo del TIR quedaría de la siguiente manera:

$$\$32,903.35 = \left( \frac{5000}{1 + i^1} \right) + \left( \frac{7000}{1 + i^2} \right) + \left( \frac{9000}{1 + i^3} \right) + \left( \frac{10000}{1 + i^4} \right) + \left( \frac{13000}{1 + i^5} \right)$$

Sustituyendo los valores, la TIR quedara de 10%.

La TIR que satisface el proyecto es sin financiamiento de 17% y la TMAR es de 8.77%. Por lo tanto, se concluye que la inversión es factible si la UNA aporta todo el capital (\$21,547.06) para adquirir la aplicación móvil de unidades de precisión.

### 3.4.3. Análisis Costo-Beneficio

El análisis de costo beneficio permite definir los beneficios de la aplicación móvil a ser desarrollada.

#### **Beneficios intangibles**

Las mejoras en el proceso de medición de calidad del agua de los estanques en el sistema acuapónico pueden repercutir de varias maneras.

- Mejora en la supervisión y monitoreo de los estanques en tiempo real para tomar medidas preventivas de manera rápida cuando los estanques no estén en óptimas condiciones para las tilapias.
- Reducción en el tiempo de recopilación de información por cada estanque pues la aplicación captura los datos cada 60 minutos, es decir, 24 veces al día.
- Resguardo de la información de forma efectiva y rápida en la base de datos para tener información histórica sobre las variaciones que se ha dado en los parámetros de calidad del agua del sistema acuapónico.
- Disponibilidad de la información las 24 horas del día, los 7 días de la semana.
- Facilita la planificación estratégica para el aumento de la productividad del sistema acuapónico.

#### **Beneficios tangibles**

Estos beneficios serán apreciados en el ahorro de dinero por razones tales como:


- Lineamiento con las tecnologías móviles actuales.

- Herramienta que facilitará la generación de gráficas y reportes en Excel de forma clara y precisa de cómo han sido las variaciones de temperatura, pH, turbidez y volumen.
- Ahorro significativo en papelería a causa de que no será necesario el uso de libretas y lapiceros para anotar los datos.
- Reducción de mortandad de los peces pues según entrevista con el jefe, en promedio mueren entre 10 y 30 tilapias por semana.
- Aumento de producción y venta de tilapias a los pequeños comercios de Tipitapa y alrededores.
- Reducción de costos en cuanto a la compra de Oxigenometro, Disco de Secchi y pH-metro.

### 3.5. Estudio Legal

A través del Estudio Legal, se busca determinar la existencia de normas o regulaciones legales que impidan la ejecución u operación del sistema de unidades de precisión o la aplicación móvil en la UNA.

El sistema acuapónico en Nicaragua se implementó desde el año 2011 por lo que al ser una técnica de cultivo nuevo, hasta la fecha la implementación de los sistemas acuapónicos no ha representado un peligro respecto al cultivo de tilapias y hortalizas por lo que no existen leyes o restricciones que prohíban impulsarlo, por lo tanto, no se está violentando con el uso de Acuasoft la producción de las especies pues el sistema se presenta como un beneficio, debido a que ayuda a capturar la información en tiempo y forma de cómo se encuentra el estado de los estanques.

Con el uso de Arduino, al ser open-hardware (código abierto) tanto su diseño como su distribución es libre, es decir, puede utilizarse libremente para el desarrollo de cualquier tipo de proyecto sin haber adquirido ninguna licencia. En cuanto al hardware, Arduino está regulada bajo una licencia Creative Commons<sup>14</sup> (  Compartir igual)<sup>15</sup> lo que permite copiar, reproducir, distribuir, comunicar públicamente la obra, y generar obras derivadas pero bajo la misma licencia. El software de Arduino es también de código abierto. El código fuente para el entorno Java y la C/C++ bibliotecas microcontroladores están liberadas bajo la GPL (General Public License) lo que garantiza a los usuarios finales (personas, organizaciones, compañías) la libertad de usar, estudiar, compartir (copiar) y modificar el software<sup>16</sup>.

---

<sup>14</sup> Creative Commons. Sitio Web: <https://creativecommons.org/licenses/by-sa/4.0/>

<sup>15</sup> CRAI Biblioteca. (2015). Las Licencias Creative Commons. 06/03/2016, de CRAI Biblioteca Sitio web: <http://www.bib.upct.es/las-licencias-creative-commons>

<sup>16</sup> Wikipedia. (2017). GPN General Public License. 05/04/2017, Sitio web: [https://es.wikipedia.org/wiki/GNU\\_General\\_Public\\_License](https://es.wikipedia.org/wiki/GNU_General_Public_License)

Con respecto a la programación de la aplicación móvil con Android Studio, está compuesta de tres elementos principales: Android Open Source Project (AOSP) siendo el pilar del sistema operativo; Google Mobile Services, que incluye las tiendas de Google Play o el asistente Google Now; y las Google Apps, Gmail o Google Maps.

Cada aplicación móvil, contiene un archivo con nombre AndroidManifest.xml que contiene:

- ✓ Los componentes contenidos en la aplicación;
- ✓ Las reglas de acceso a la aplicación;
- ✓ Las dependencias de las rutinas;
- ✓ Permisos necesarios del sistema.

Como Android se centra en un ICC (Inter Component Communication – Comunicación entre componentes) el manifiesto de Android permite una política de control de acceso a sus componentes<sup>17</sup>. Sin embargo, desarrollar en Android tiene las siguientes excepciones:

- ✓ Definir atributos de privacidad (“exported”): los componentes pueden ser públicos o privados.
- ✓ Definir de forma separada los permisos de lectura y escritura.
- ✓ Proteger la información confidencial de la granja.
- ✓ Cifrar la comunicación.

Con el desarrollo de la aplicación móvil, se debe tener cuidado con respecto a la seguridad en cuanto a la información que se guarda en la base de datos, debido a que es información clasificada.

---

<sup>17</sup> Consejos para desarrollar en Android. Sitio web: [www.welivesecurity.com](http://www.welivesecurity.com)



Con respecto a las condiciones de publicación en la Playstore, existen términos y condiciones para determinar que la aplicación es viable para la tienda de google play. Entre las condiciones más relevantes se encuentran:

- Descarga: gratis

No hay inconvenientes con la distribución de formas de pago de la aplicación pues no se dirigió la App al público de forma pagada.

- Dirigida principalmente a niños: No

No hay dificultades en la revisión exhaustiva y determinada debido a que la aplicación está abierta a todo público y no contiene uso de violencia, ni contenido obsceno pues pertenece a una categoría de producción y desarrollo.

- Contiene anuncios: No

Su contenido está libre de anuncios para evitar publicar y agregar más contenido a restricciones.

### 3.6. Estudio Ambiental

Con el estudio ambiental lo que se busca es realizar un continuo estudio del ambiente en el proceso de mejoramiento de toda la cadena de producción de las tilapias sin dañar el ecosistema de los peces ni el de las plantas, teniendo en cuenta desde la preparación de los estanques hasta la comercialización del producto final.

Como Acuasoft permite monitorear y controlar, los sensores que estarán directamente relacionados con el agua son el de temperatura, pH, turbidez y volumen, los cuales no generan ningún tipo de corriente eléctrica y no emiten señales ni radiaciones por las siguientes razones:

- **Sensor de Temperatura (DS18B20<sup>18</sup>):**

El sensor DS18B20 posee adentro un tubo de acero inoxidable resistente al agua. Esta sellado en un **envoltorio estanco** (son atóxicos, no caducan<sup>19</sup>) que permite sumergirlo en un líquido o protegerlo de la intemperie.

- **Sensor de Ph (pH0-14):**

La sonda de electrodo PH es precisa y fiable que puede dar lecturas casi instantáneas. Este sensor es conveniente para ser usado en aplicaciones de Acuarios, Hidroponía.

- **Sensor de Turbidez (SHT-161):**

Funciona con una foto transistor y una foto diodo que pueden medir las diferencias en el paso de luz de un líquido. Posee una sonda impermeable resistente al agua.

- **Sensor Ultrasónico (HC-SR04):**

---

<sup>18</sup> Sensor DS18B20 estanco. Sitio Web: <http://tienda.bricogeek.com/sensores-temperatura/510-sensor-ds18b20-estanco.html>

<sup>19</sup> Empalmes Estancos. Sitio Web [http://www.estiare.com/wp-content/uploads/2017/01/M01-A17\\_16-31\\_Empalmes-estancos.pdf](http://www.estiare.com/wp-content/uploads/2017/01/M01-A17_16-31_Empalmes-estancos.pdf)

Este sensor no está directamente relacionado con el agua pues tiene la capacidad de trabajar a una distancia de 2cm de la superficie del agua por lo que no representa ningún peligro en el hábitat de los peces.

Por lo que se mencionó en cada apartado, es viable ambientalmente la aplicación móvil puesto que los sensores están diseñados para ser usados bajo agua a temperaturas promedios de -80 °C a 130 °C los que, además, están protegidos con un plástico resistente a mordidas siendo un material no contaminante ni toxico evitando así dañar el metabolismo de los peces por lo que no será interrumpida la producción de las tilapias. Así pues, el agua que suministran los estanques a las plantas no será perjudicada y podrán desarrollarse los cultivos de las hortalizas sanamente sin afectar el sistema acuapónico como tal.



## Capítulo III - Análisis del Sistema (Metodología UWE)

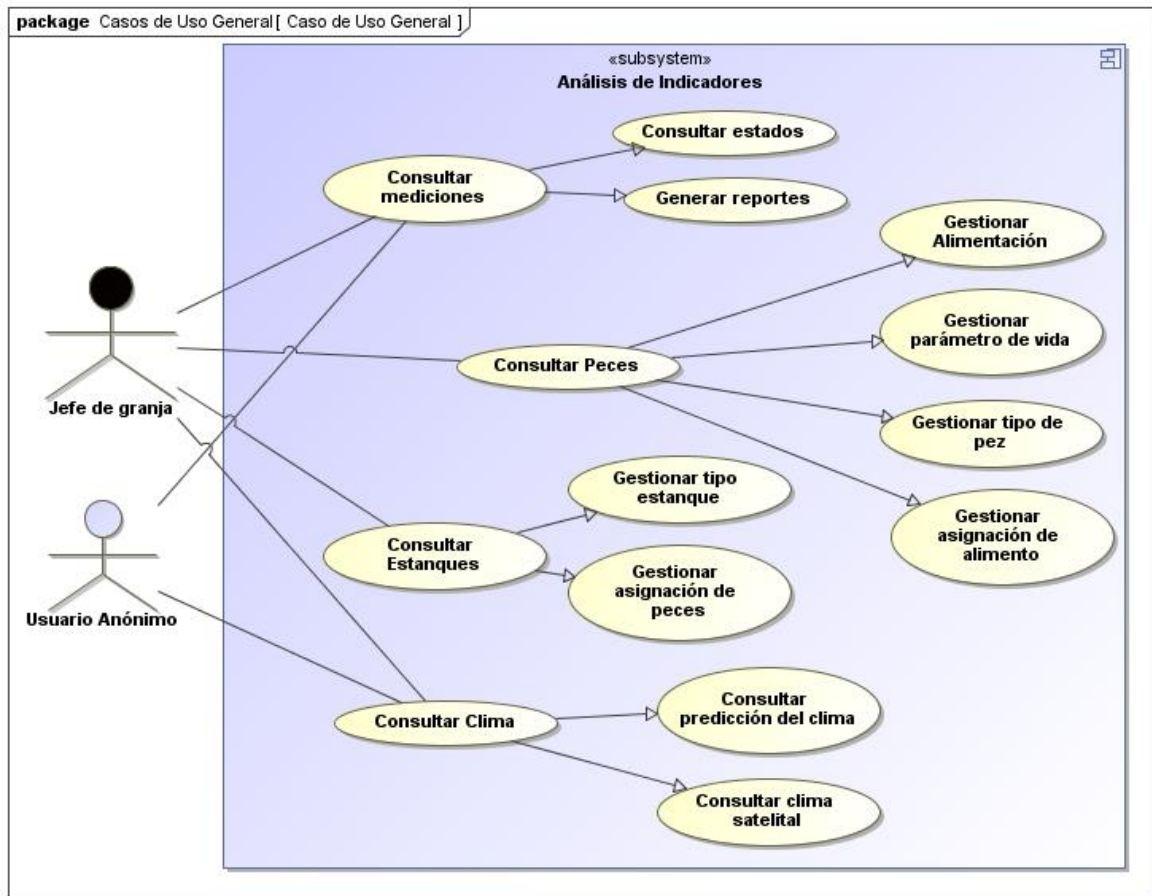
### DESCRIPCIÓN BREVE

Como tercer capítulo, se presenta la fase de análisis y diseño de la aplicación móvil mediante la metodología UWE, mostrando una vista global de la arquitectura pensada constituyendo el servidor la base de datos, y API's de acceso y cliente, mediante el diseño de diagramas acordes al sistema.

#### 4. Diseño conceptual del sistema

##### 4.1. Diagramas de Casos de Uso

El sistema contará con dos actores necesarios para que el flujo de trabajo cumpla su objetivo:



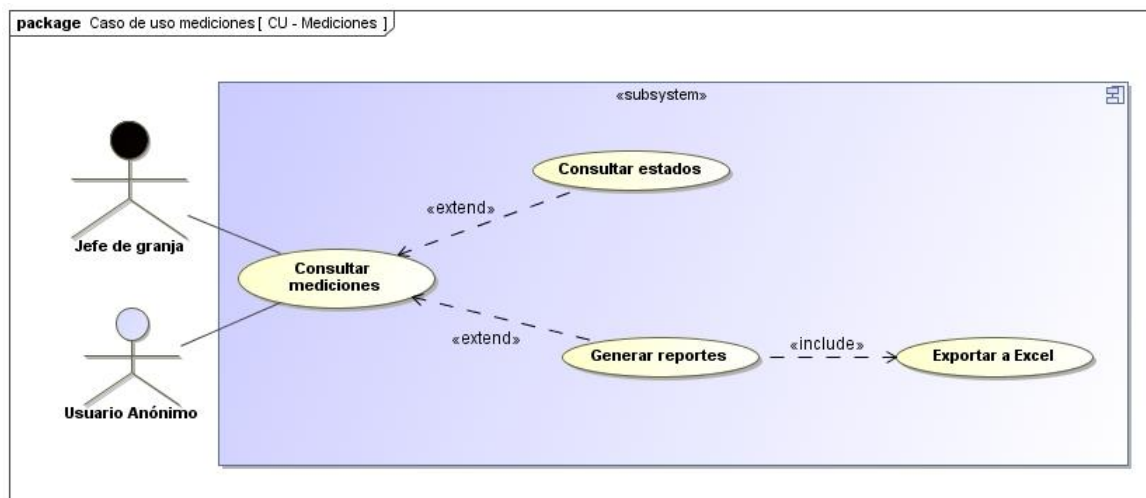
*Ilustración 16. Caso de Uso General del Sistema*

Fuente: Elaboración propia – Describe el principal actor y los usos que dará el sistema

A continuación, se explica el principal caso de uso necesario para el desarrollo del sistema (ver el resto de casos de uso en Anexo IX).

## Consultar Mediciones:

La ilustración siguiente muestra gráficamente el proceso principal que el usuario realiza al consultar el estado actual de los estanques.



*Ilustración 17. Diagrama caso de uso - Consultar Mediciones*

Fuente: Elaboración propia

### 4.2. Plantillas de Coleman

Las plantillas de Coleman se utilizan para hacer una descripción concreta de los casos de uso del sistema. A continuación, se muestra la plantilla principal de sistema (Ver restantes en Anexo X).

En la tabla siguiente, se describe el caso de uso Consultar Mediciones en donde se detalla al usuario involucrado, las operaciones que realiza y los diferentes escenarios que componen dicho caso.

Caso de uso		Consultar Mediciones		
Definición	Permite al jefe de la granja consultar los parámetros de calidad del agua en tiempo real, individualmente o en un lapso de tiempo permitiendo exportar a Excel en tablas prediseñadas internamente.			
Prioridad	<div><div></div></div> Vital	Importante	Conveniente	
Urgencia	<div><div></div></div> Inmediata	Necesario	Puede esperar	

<b>Actores</b>	
<b>Nombre</b>	Definición
<b>Jefe de Granja</b>	Encargado de monitorear el sistema acuapónico.
<b>Usuario anónimo</b>	Miembro de FACA encargado de monitorear el sistema cuando sea necesario.
<b>Escenario</b>	
<b>Nombre</b>	Consultar estado
<b>Precondiciones</b>	El jefe de granja (usuario final) y el usuario anónimo deben tener el privilegio para realizar la consulta.
<b>Iniciado por</b>	Jefe de la granja, usuario anónimo
<b>Finalizado por</b>	Acuasoft
<b>Postcondiciones</b>	Generar la consulta
<b>Operaciones</b>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. El usuario deberá seleccionar el parámetro a consultar.</li> <li>2. El usuario con un clic deberá desplegar la lista de los estanques existentes y seleccionar uno.</li> <li>3. El sistema muestra una gráfica con el registro actual que se guardó.</li> </ol>
<b>Excepciones</b>	3. Debe elegir el estanque para poder hacer la consulta.
<b>Escenario</b>	
<b>Nombre</b>	Generar reporte gráfico
<b>Precondiciones</b>	Debe seleccionar rango de fecha por día o por intervalos de día para generar el reporte gráfico
<b>Iniciado por</b>	Jefe de la granja, usuario anónimo
<b>Finalizado por</b>	Acuasoft
<b>Postcondiciones</b>	Generar el reporte gráfico de los estanques en un lapso de tiempo.
<b>Operaciones</b>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. El usuario deberá seleccionar el parámetro a consultar.</li> <li>2. El usuario seleccionará un rango de fechas por día o por intervalo de tiempo.</li> <li>3. Deberá seleccionar el estanque a generar reporte.</li> <li>4. El sistema gráficamente todos los parámetros por un tiempo determinado de un estanque seleccionado.</li> </ol>
<b>Excepciones</b>	<ol style="list-style-type: none"> <li>2. En el intervalo de tiempo, la fecha inicial debe ser menor a la final.</li> <li>4. Debe seleccionar un rango de fechas y un estanque.</li> </ol>
<b>Escenario</b>	
<b>Nombre</b>	Exportar a Excel
<b>Precondiciones</b>	Haber generado el reporte de las gráficas
<b>Iniciado por</b>	Jefe de la granja, usuario anónimo
<b>Finalizado por</b>	Acuasoft
<b>Postcondiciones</b>	Se generan las gráficas
<b>Operaciones</b>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Dar click en el icono de Excel.</li> <li>2. Exportación satisfactoria a una hoja de Excel.</li> </ol>
<b>Excepciones</b>	Ninguno.

*Tabla 36. Plantilla de caso de uso - Consultar mediciones*

Fuente: Elaboración propia

#### 4.3. Modelo Conceptual - Diagrama de Clase

A continuación, se muestra las relaciones de las clases que involucran la aplicación móvil entre las cuales se encuentran:

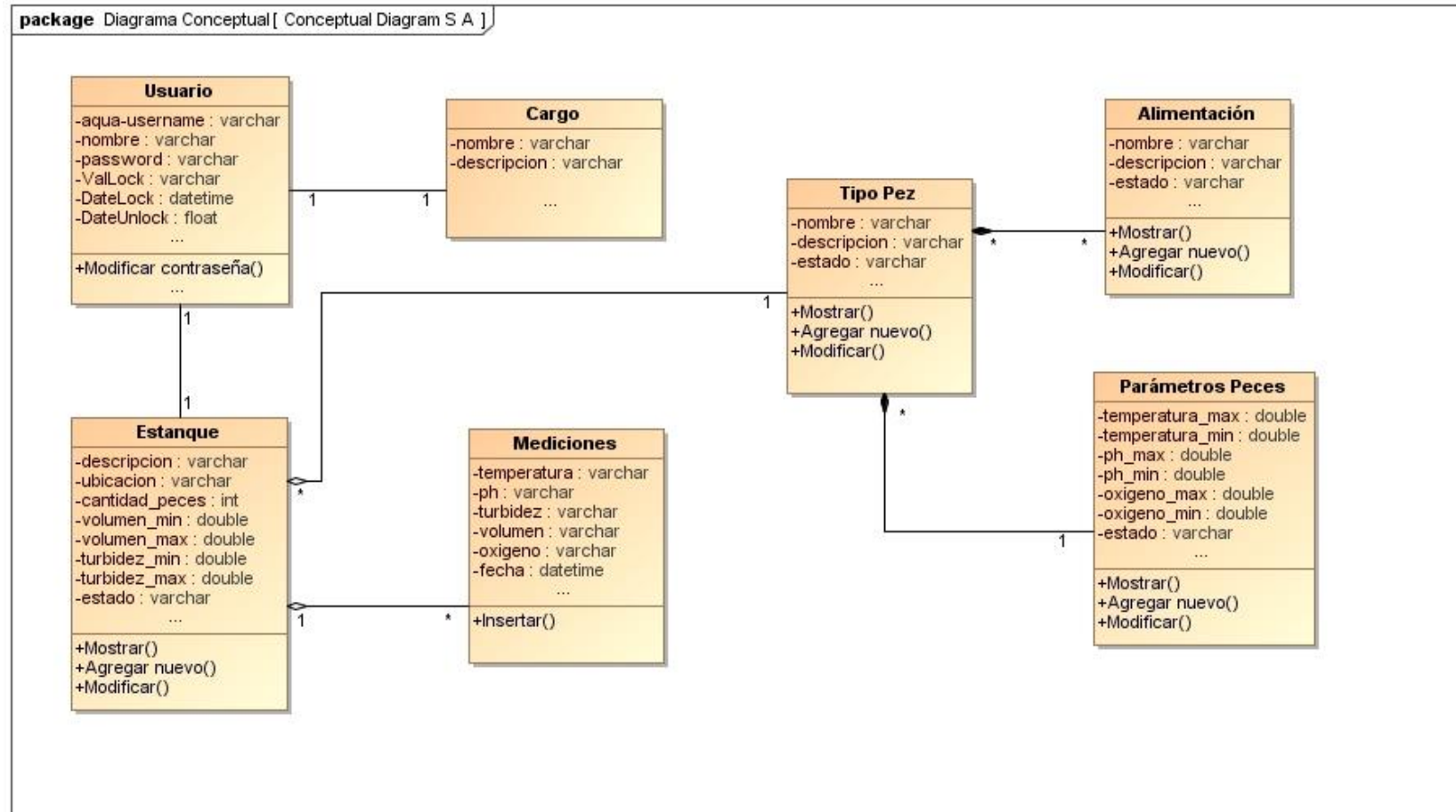


Ilustración 18. Modelo Conceptual

Fuente: Elaboración propia



#### 4.4. Modelo Lógico – Modelo relacional de base de datos

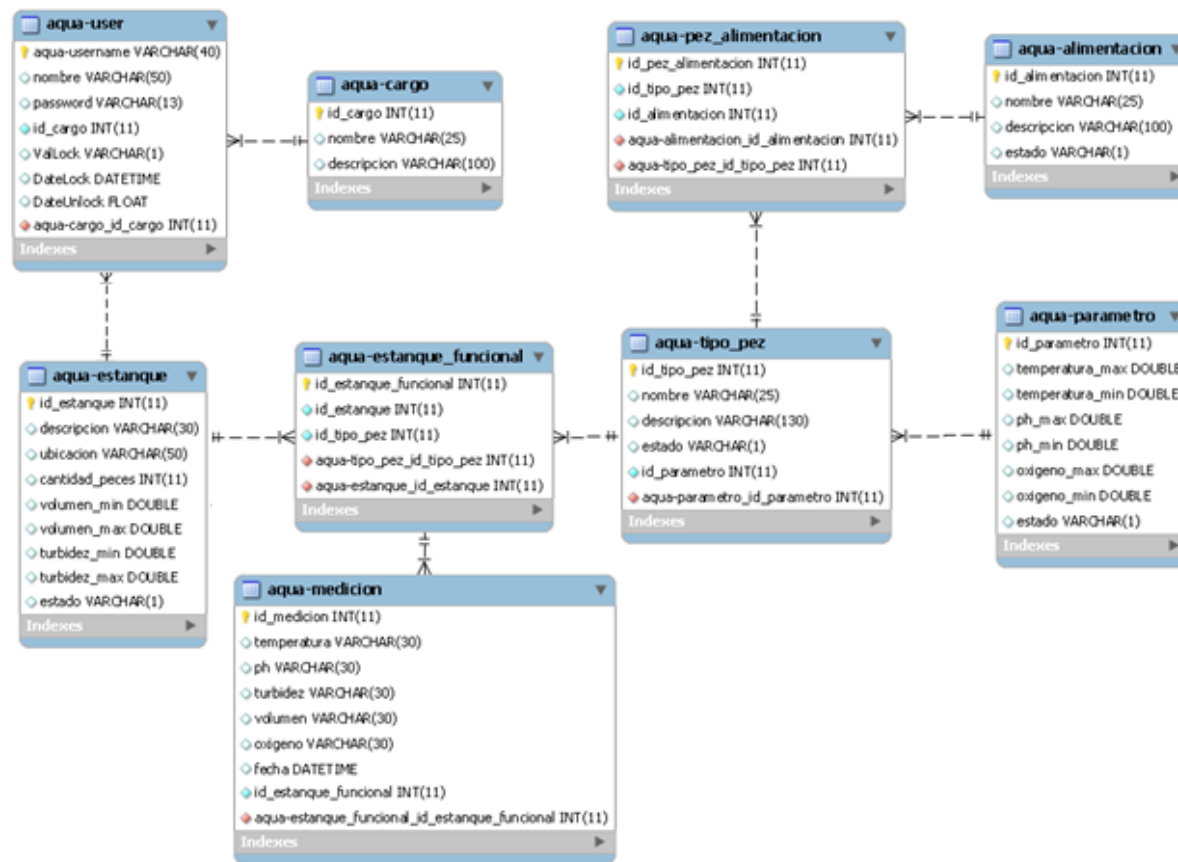


Ilustración 19. Modelo Lógico

Fuente: Elaboración propia

#### 4.5. Modelo Físico

En las tablas siguientes, se muestra la estructura de la base de datos de Acuasoftware.

Tabla: aqua-user						
Atributos						
Nombre	Tipo	No Nulo	Llave Primaria	Llave Foránea	Valor Pred.	Comentario
aqua-username	VARCHAR(10)	Si	Si	No		
nombre	VARCHAR(50)	No	No	No		
password	VARCHAR(13)	No	No	No		
id_cargo	INT(11)	Si	No	Si		
ValLock	VARCHAR(1)	No	No	No		
DateLock	DATETIME	No	No	No		
DateUnlock	FLOAT	No	No	No		

*Tabla 37. Modelo Físico - Tabla aqua-user*

Fuente: Elaboración propia

Tabla: aqua-cargo						
Atributos						
Nombre	Tipo	No Nulo	Llave Primaria	Llave Foránea	Valor Pred.	Comentario
id_cargo	INT(11)	Si	Si	No		
nombre	VARCHAR(25)	No	No	No		
descripcion	VARCHAR(100)	No	No	No		

*Tabla 38. Modelo Físico - Tabla aqua-cargo*

Fuente: Elaboración propia

Tabla: aqua-estanque						
Atributos						
Nombre	Tipo	No Nulo	Llave Primaria	Llave Foránea	Valor Pred.	Comentario
id_estanque	INT(11)	Si	Si	No		
descripcion	VARCHAR(30)	No	No	No		
ubicacion	VARCHAR(50)	No	No	No		
cantidad_peces	INT(11)	No	No	No	50,33,25	
volumen_min	DOUBLE	No	No	No	757.35	
volumen_max	DOUBLE	No	No	No	841.5	
turbidez_min	DOUBLE	No	No	No	0.5	
turbidez_max	DOUBLE	No	No	No	40.97	
estado	VARCHAR(1)	No	No	No		

*Tabla 39. Modelo Físico - Tabla aqua-estanque*

Fuente: Elaboración propia

Tabla: aqua-estanque_funcional						
Atributos						
Nombre	Tipo	No Nulo	Llave Primaria	Llave Foránea	Valor Pred.	Comentario
id_estanque_funcional	INT(11)	Si	Si	No		
id_estanque	INT(11)	Si	No	No		
id_tipo_pez	INT(11)	Si	No	No		

*Tabla 40. Modelo Físico - Tabla aqua-estanque-funcional*

Fuente: Elaboración propia

Tabla: aqua-medicion						
Atributos						
Nombre	Tipo	No Nulo	Llave Primaria	Llave Foránea	Valor Pred.	Comentario
id_medicion	INT(11)	Si	Si	No		
temperatura	VARCHAR(30)	No	No	No		
ph	VARCHAR(30)	No	No	No		
turbidez	VARCHAR(30)	No	No	No		
volumen	VARCHAR(30)	No	No	No		
oxigeno	VARCHAR(30)	No	No	No		
fecha	DATETIME	No	No	No		
id_estanque_funcional	INT(11)	Si	No	Si		

*Tabla 41. Modelo Físico - Tabla aqua-medicion*

Fuente: Elaboración propia

Tabla: aqua-tipo_pez						
Atributos						
Nombre	Tipo	No Nulo	Llave Primaria	Llave Foránea	Valor Pred.	Comentario
id_tipo_pez	INT(11)	Si	Si	No		
nombre	VARCHAR(25)	No	No	No		
descripcion	VARCHAR(130)	No	No	No		
estado	VARCHAR(1)	No	No	No		
id_parametro	INT(11)	Si	No	Si		

*Tabla 42. Modelo Físico - Tabla aqua-tipo-pez*

Fuente: Elaboración propia

Tabla: aqua-pezoalimentacion						
Atributos						
Nombre	Tipo	No Nulo	Llave Primaria	Llave Foránea	Valor Pred.	Comentario
Id_pezoalimentacion	INT(11)	Si	Si	No		
id_tipo_pezo	INT(11)	Si	No	Si		
id_alimentacion	INT(11)	Si	No	Si		

*Tabla 43. Modelo Físico - Tabla aqua-pezoalimentacion*

Fuente: Elaboración propia

Tabla: aqua-alimentacion						
Atributos						
Nombre	Tipo	No Nulo	Llave Primaria	Llave Foránea	Valor Pred.	Comentario
id_alimentacion	INT(11)	Si	Si	No		
nombre	VARCHAR(25)	No	No	No		
descripcion	VARCHAR(100)	No	No	No		
estado	VARCHAR(1)	No	No	No		

*Tabla 44. Modelo Físico - Tabla aqua-alimentacion*

Fuente: Elaboración propia

Tabla: aqua-parametro						
Atributos						
Nombre	Tipo	No Nulo	Llave Primaria	Llave Foránea	Valor Pred.	Comentario
id_parametro	INT(11)	Si	Si	No		
temperatura_max	DOUBLE	No	No	No	32	
temperatura_min	DOUBLE	No	No	No	25	
ph_max	DOUBLE	No	No	No	9	
ph_min	DOUBLE	No	No	No	6	
oxigeno_max	DOUBLE	No	No	No		
oxigeno_max	DOUBLE	No	No	No		
estado	VARCHAR(1)	No	No	No		

*Tabla 45. Modelo Físico - Tabla aqua-parametro*

Fuente: Elaboración propia

#### 4.6. Diagrama de Navegación

En el siguiente diagrama de navegación se representa como el sistema está relacionado internamente.

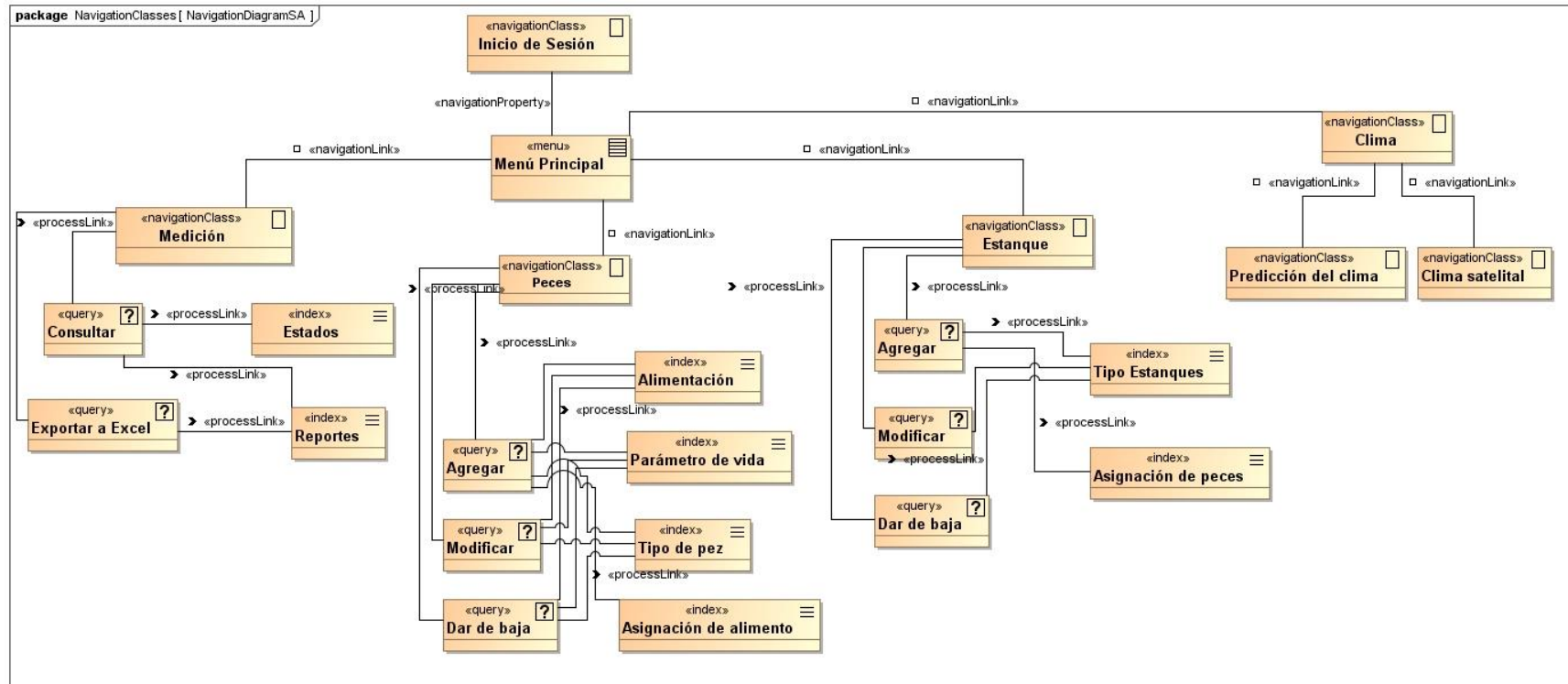
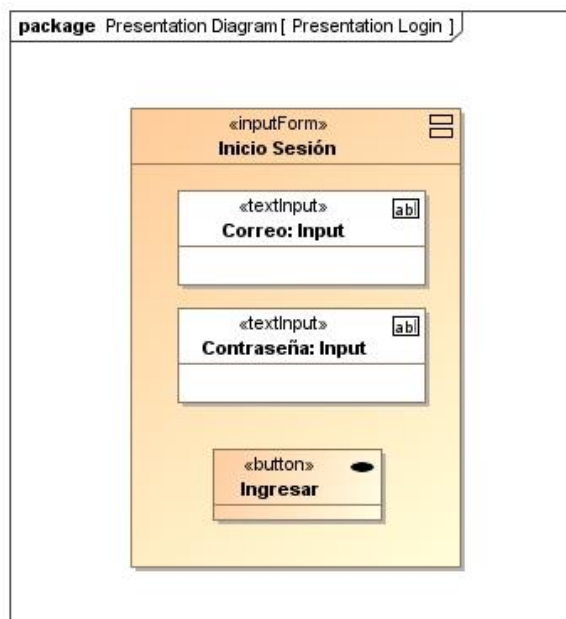


Ilustración 20. Diagrama de Navegación - Aplicación Móvil

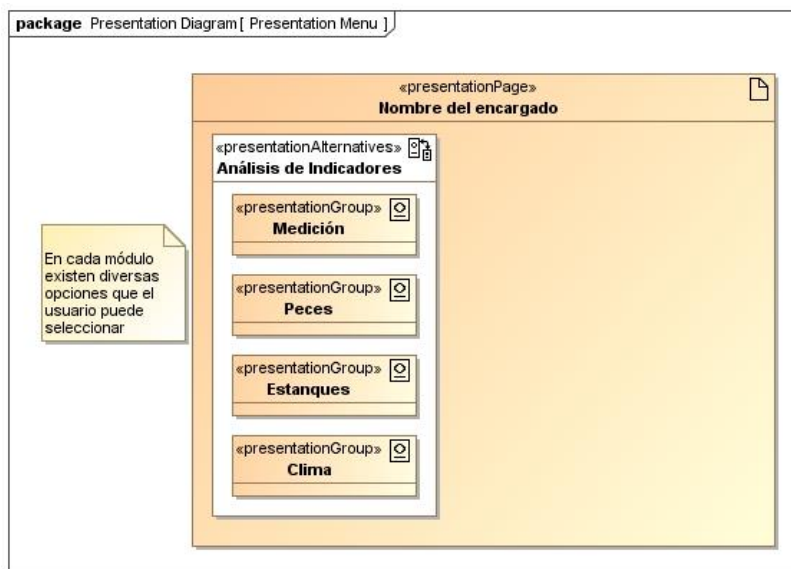
Fuente: Elaboración propia

#### 4.7. Diagrama de Presentación



*Ilustración 21. Diagrama de presentación - Iniciar Sesión*

Fuente: Elaboración propia



*Ilustración 22. Diagrama de presentación - Menú principal*

Fuente: Elaboración propia

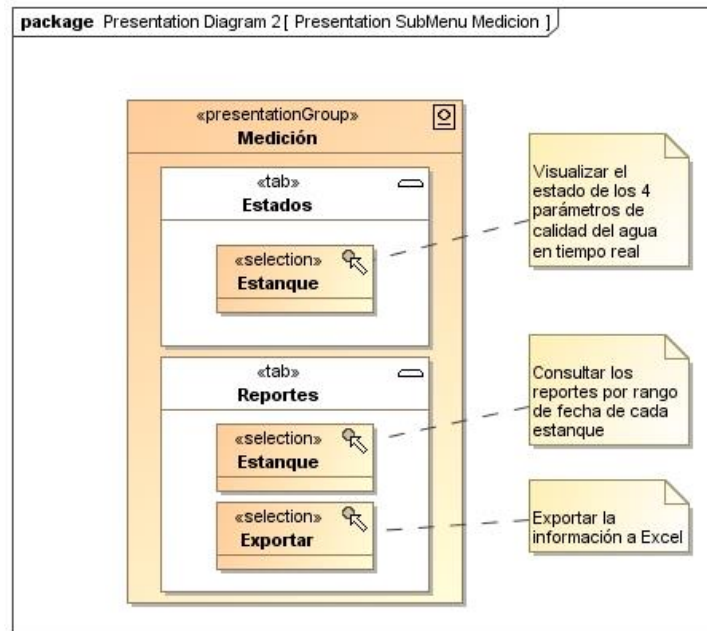


Ilustración 23. Diagrama de presentación – Modulo mediciones

Fuente: Elaboración propia

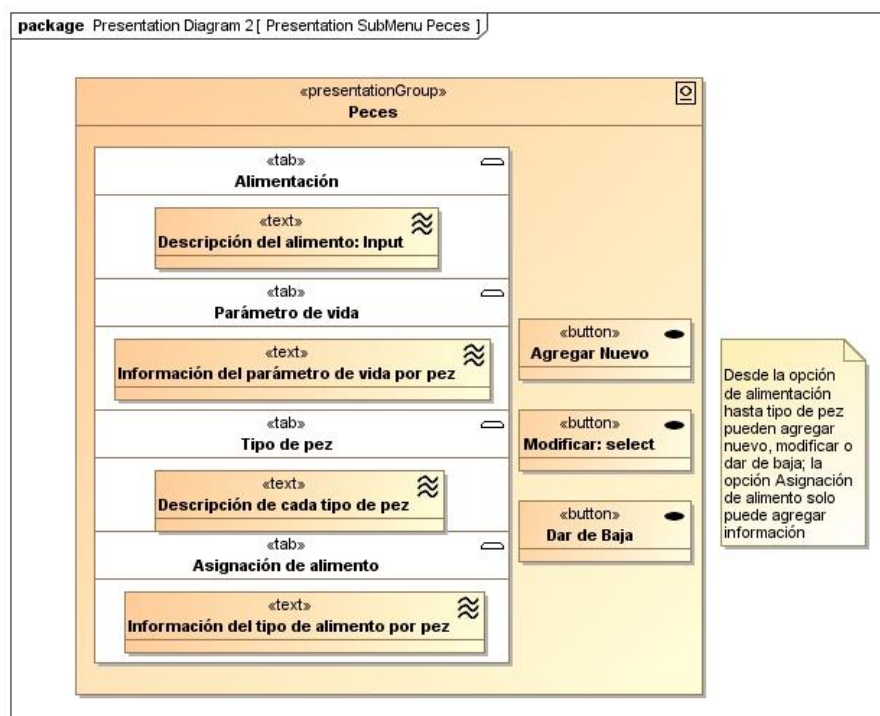


Ilustración 24. Diagrama de presentación - Modulo Peces

Fuente: Elaboración propia

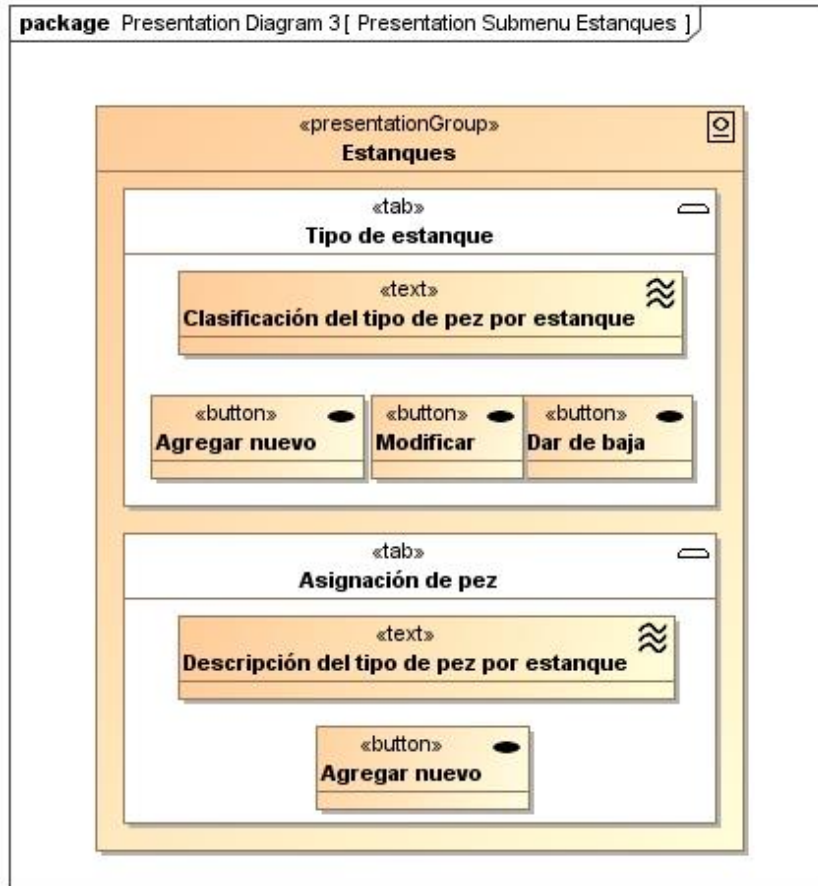


Ilustración 25. Diagrama de presentación - Modulo Estanques

Fuente: Elaboración propia

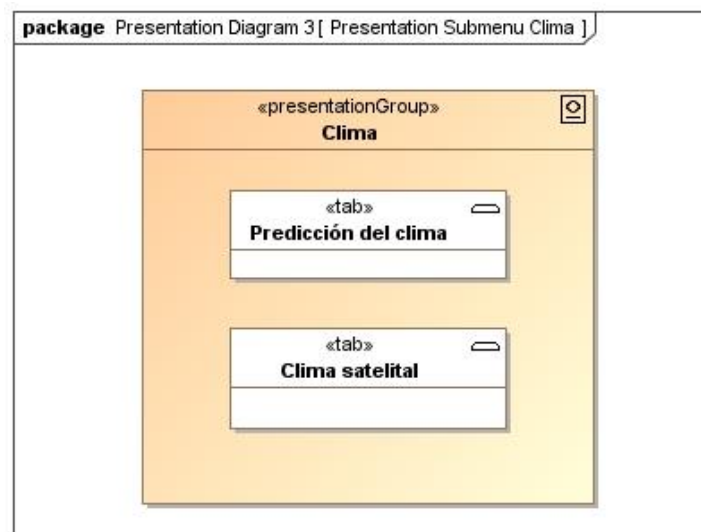
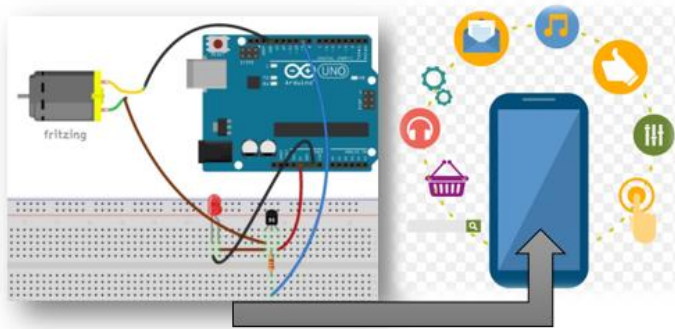


Ilustración 26. Diagrama de presentación - Modulo Clima

Fuente: Elaboración propia





## Capítulo IV – Diseño e implementación de la unidad de precisión

### DESCRIPCIÓN BREVE

En el último capítulo, se presenta el diseño de la unidad de precisión (hardware) mostrando las diferentes conexiones de los sensores de Arduino para la implementación del sistema en la UNA.

## 5. Diseño de la arquitectura general del sistema

En la sección correspondiente al hardware se encuentra la representación de los sensores de temperatura, pH, turbidez y volumen, encargados de permanecer en el agua del estanque para medir los parámetros del medio ambiente acuífero, procesan la señal analógica y la convierte en señal digital que es enviada hacia la placa electrónica Arduino Mega 2560, luego recibe el valor y lo procesa para enviarlo por medio de un router a internet al servidor a través del Shield GSM Arduino.

Arduino establece una conexión con el servidor a través del puerto 80 para ingresar los valores que recibe desde los sensores a la base de datos MySQL utilizando sentencias SQL y, por último, por medio de una conexión de internet la aplicación móvil muestra la información solicitada por el usuario. En la ilustración 27 se observa dicha interacción.



*Ilustración 27. Esquema del funcionamiento del diseño propuesto.*

Fuente: Elaboración propia

### 5.1. Diseño del prototipo

#### 5.1.1. Módulo de sensores

Para poder realizar las conexiones correspondientes, se necesita una tarjeta principal siendo la seleccionada Arduino Mega 2560 y una tarjeta Ethernet para transferir los datos través de la red local de la Institución.

Primeramente, se ensambla la tarjeta Ethernet sobre la tarjeta principal Mega 2560 para los diferentes puertos analógicos, digitales, voltaje y polo tierra.

Los puertos digitales a ocupar son:

- ✓ 0(RX0), 1(TX0), 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12,13.

Entre los puertos analógicos son usados:

- ✓ A0, A1, A2, A3, A4, A5.

Y otros puertos tales como:

- ✓ 5V, 3.3V, Tierra.

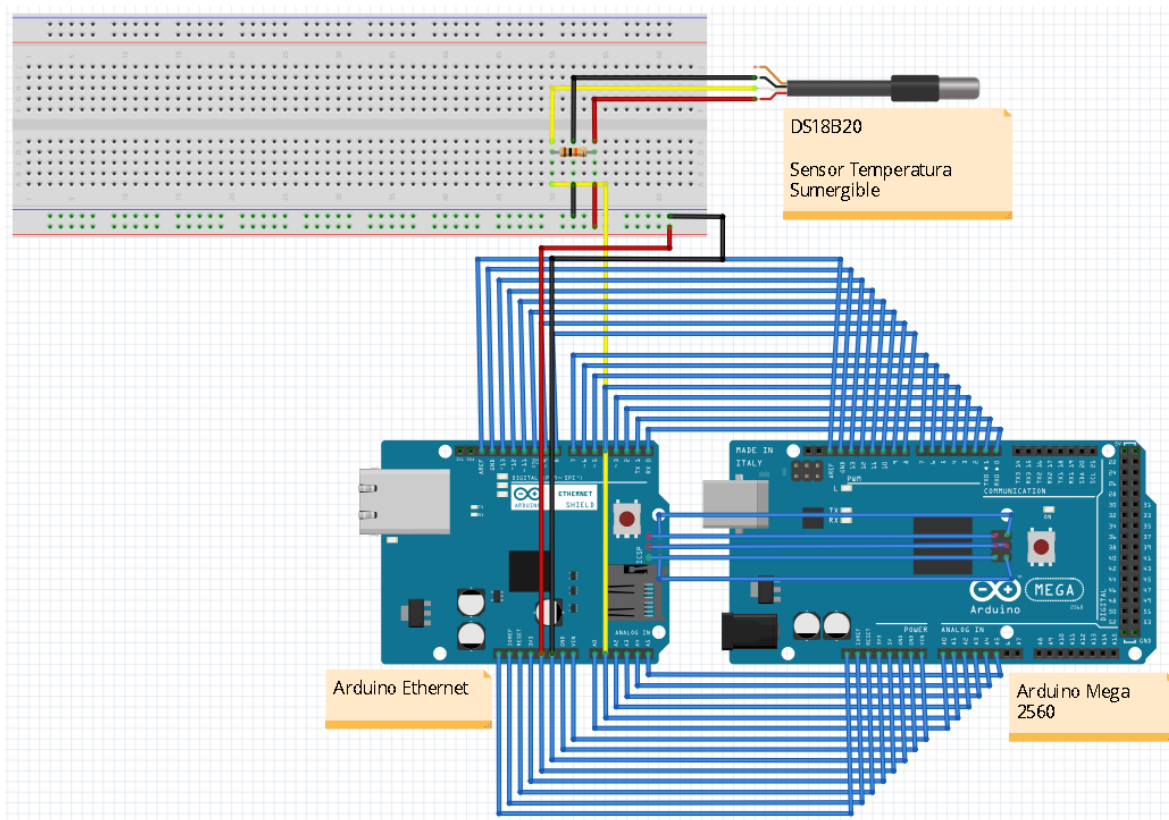
Una vez lista la conexión entre las tarjetas (Ethernet y Mega 2560), se comienza a realizar las conexiones de los sensores describiéndose a continuación.

#### 5.1.1.1. Sensor de Temperatura Sumergible DS18B20

El sensor de Temperatura es un sensor digital que captura la temperatura del estanque de peces, conformado por 3 cables de salida, uno rojo para voltaje, negro para polo tierra y el amarillo para el dato capturado.

Para la debida conexión, se conectan los 3 cables dirigidos de la tarjeta Ethernet a la Protoboard (un cable rojo que viene conectado del puerto de 5V, otro cable negro conectado a Tierra y un amarillo conectado al puerto digital D2) para una mejor función del mismo sistema.

Además, se ocupa una resistencia de 10k $\Omega$  (kilo ohms) para estabilizar el dato obtenido entre la salida de datos y la salida de voltaje del sensor. Gráficamente, el resultado es el siguiente:



*Ilustración 28. Conexión del sensor de temperatura DS18B20*

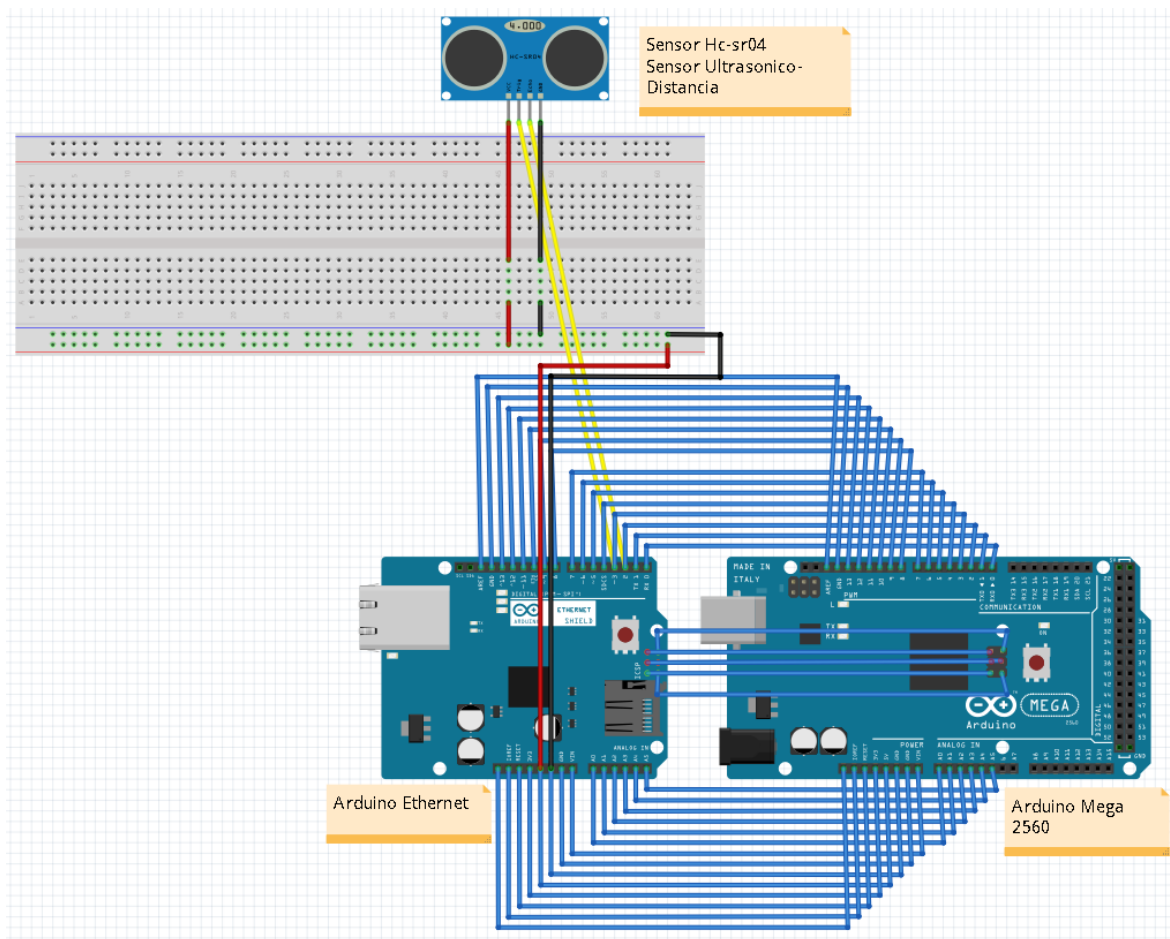
Fuente: Elaboración propia

#### 5.1.1.2. Sensor de Ultrasónico HC-SR04.

Este sensor tiene como función medir el volumen contenido en los estanques formado por 4 cables de salida, uno rojo para voltaje, negro para polo tierra y 2 cables amarillos para el dato capturado.

Para realizar la conexión, se conectan los 4 cables dirigidos de la tarjeta Ethernet a la Protoboard (cable rojo que viene conectado del puerto de 5V, cable negro conectado a Tierra y de los cables amarillos, el primero conectado al puerto digital D53 y el segundo conectado al puerto analógico D52).

Para verlo a más detalle, la gráfica quedó de la siguiente manera:



*Ilustración 29. Conexión del sensor de ultrasonido HC-SR04*

Fuente: Elaboración propia

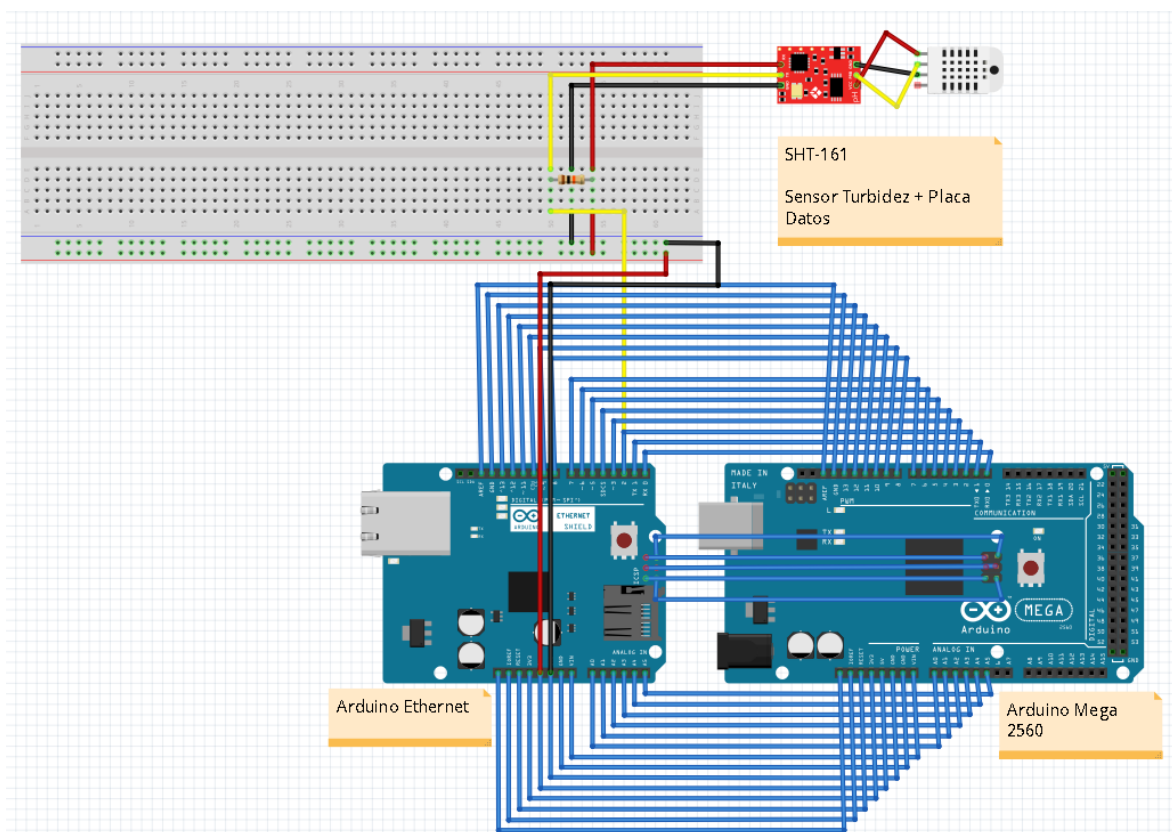
#### 5.1.1.3. Sensor de Turbidez SHT-161

El sensor de Turbidez es un sensor digital que monitorea que tan turbia u oscura está el agua trabajando con 3 tipos de cables de salida, uno rojo para voltaje, negro para polo tierra y el amarillo para el dato capturado.

Los 3 cables se conectan de la tarjeta Ethernet a la Protoboard para una mejor función del sistema mismo (cable rojo que viene conectado del puerto de 5V, cable negro conectado a tierra y el amarillo conectado al puerto analógico A2).

Una vez conectado, al igual que el sensor de temperatura, se necesita una resistencia de 10k $\Omega$  (kilo ohms) para fijar el dato obtenido entre la salida de datos y

la salida de voltaje del sensor. En la ilustración 30, se observa gráficamente las conexiones.



*Ilustración 30. Conexión del sensor de turbidez SHT-161*

Fuente: Elaboración propia

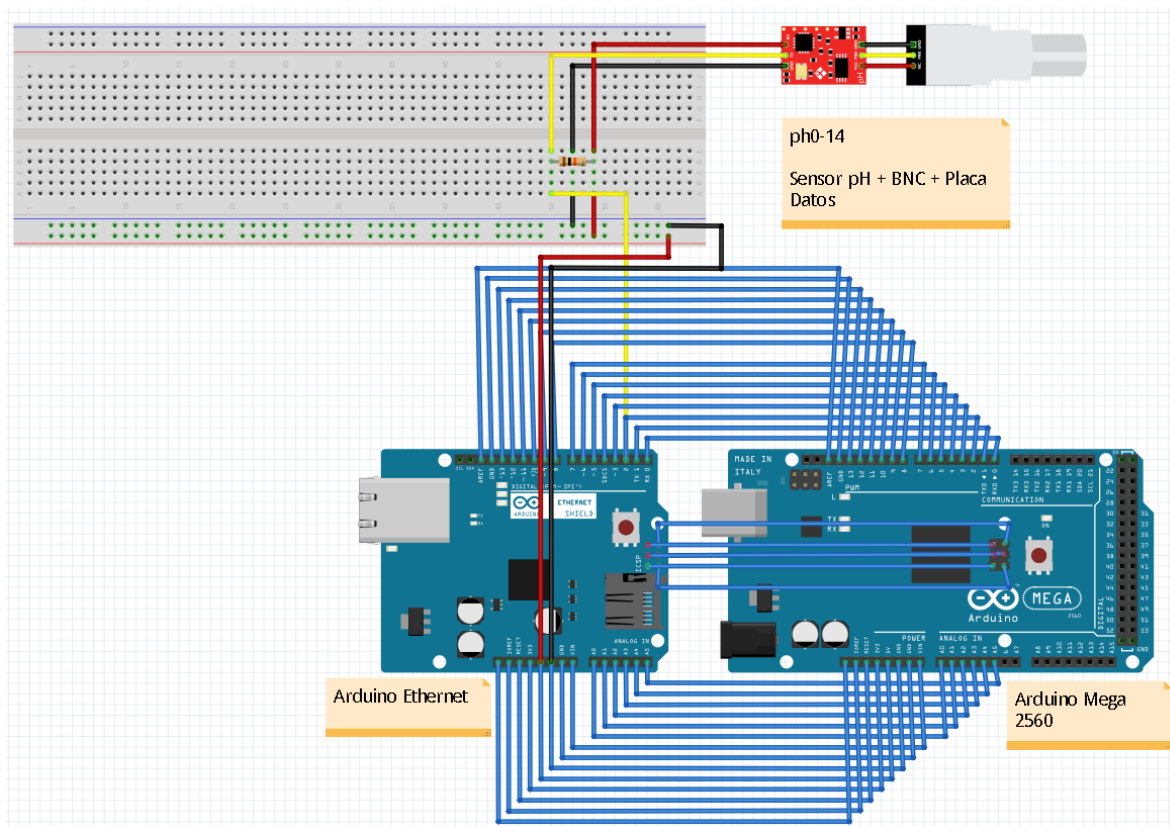
#### 5.1.1.4. Sensor de pH0-14

Con el sensor de Turbidez mide que tanto ácido hay en el agua y al igual que los demás sensores, está conformado por 3 cables de salida uno rojo para voltaje, negro para polo tierra y el amarillo para el dato capturado.

El cable rojo viene conectado del puerto de 5V, el cable negro conectado a tierra y el otro amarillo conectado al puerto analógico A1.

Después de haberlo conectado a la Protoboard, se ocupa una resistencia de 10kΩ (kilo ohms) para reforzar la captura del dato obtenido entre la salida del mismo y la

salida de voltaje del sensor. A continuación, se muestra gráficamente como quedó la conexión.



*Ilustración 31. Conexión del sensor de pH0-14*

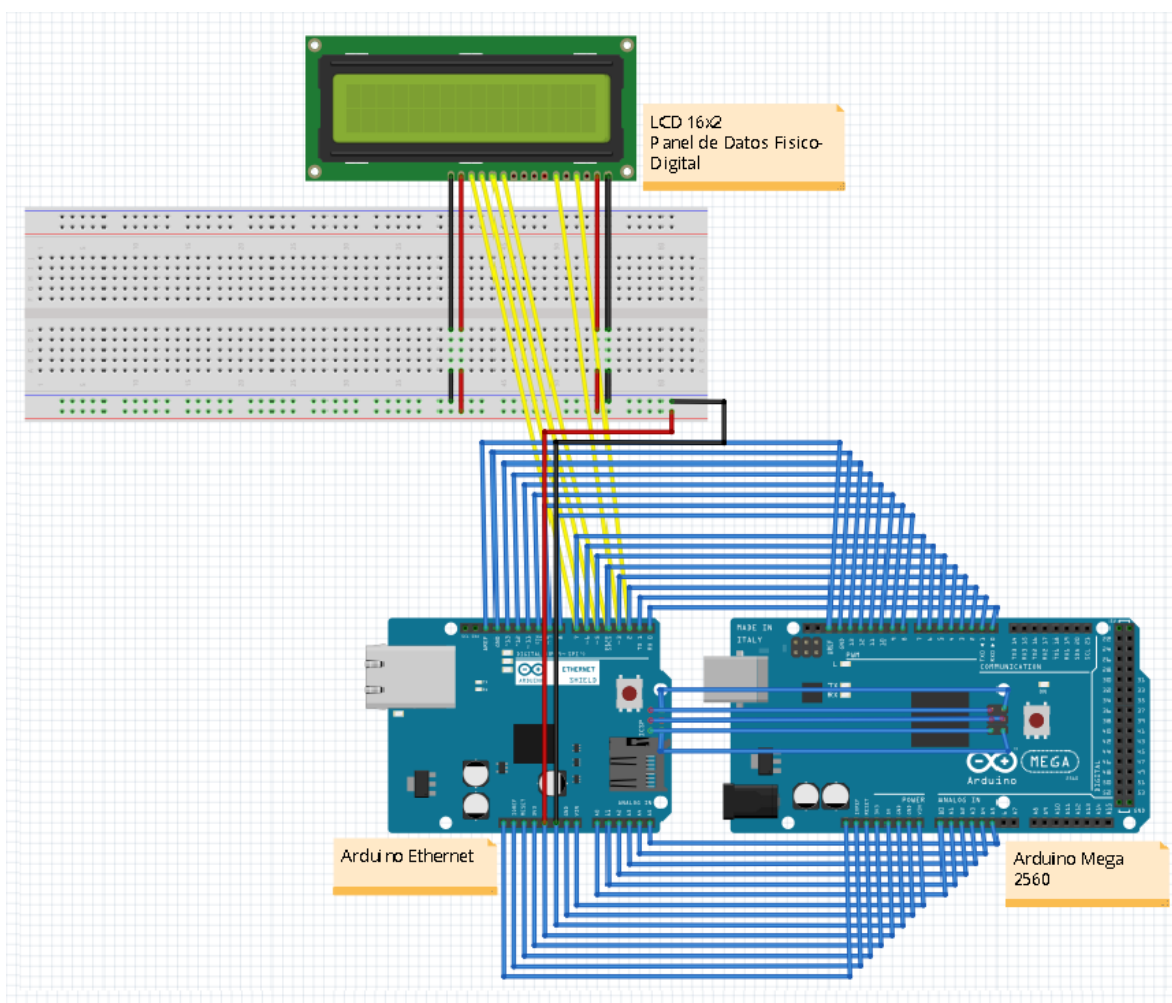
Fuente: Elaboración propia

#### 5.1.1.5. Display LCD 16x2

El Display LCD es de tipo digital, tiene como principal función mostrar todos los datos obtenidos de los sensores que están midiendo los parámetros de calidad del agua, presentándolos de forma visual (en físico) a la par de la caja principal, está formado por 10 cables de salida, dos rojos para voltaje, dos negros para polo tierra y seis amarillos para el dato a visualizar.



Para la conexión, se conectan 8 cables de la tarjeta Ethernet a la Protoboard (el cable rojo que viene conectado del puerto 5V, un cable negro conectado a tierra y los 5 cables amarillos conectado al puerto digital D4, D5, D6, D7, D8, D9. En la ilustración 32, se observa más detalle la conexión al display.



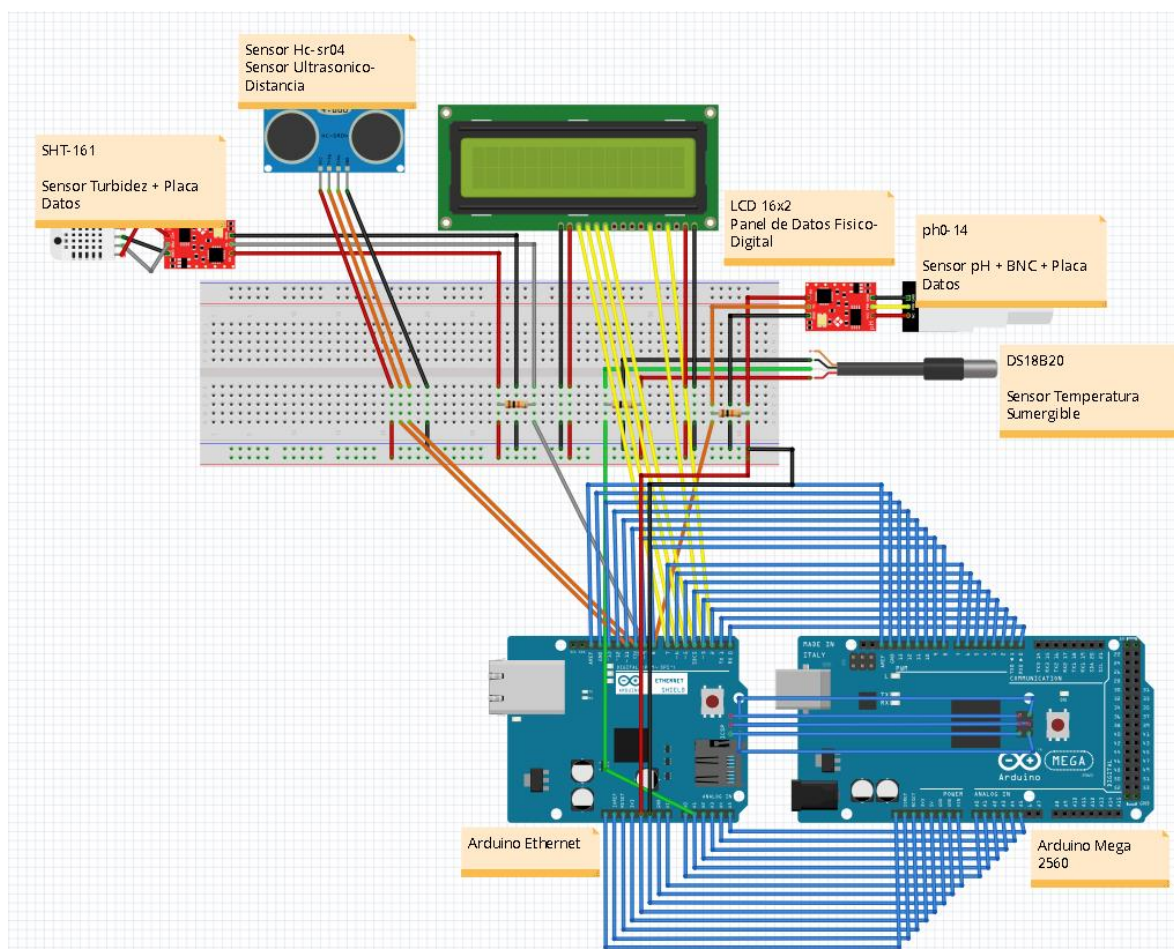
*Ilustración 32. Conexión del display a las tarjetas principales de Arduino*

Fuente: Elaboración propia



#### 5.1.1.6. Diagrama completo (conexión de todos los sensores)

En el siguiente diagrama se muestra completo el sistema funcional de todos los sensores acoplados en una sola fuente.

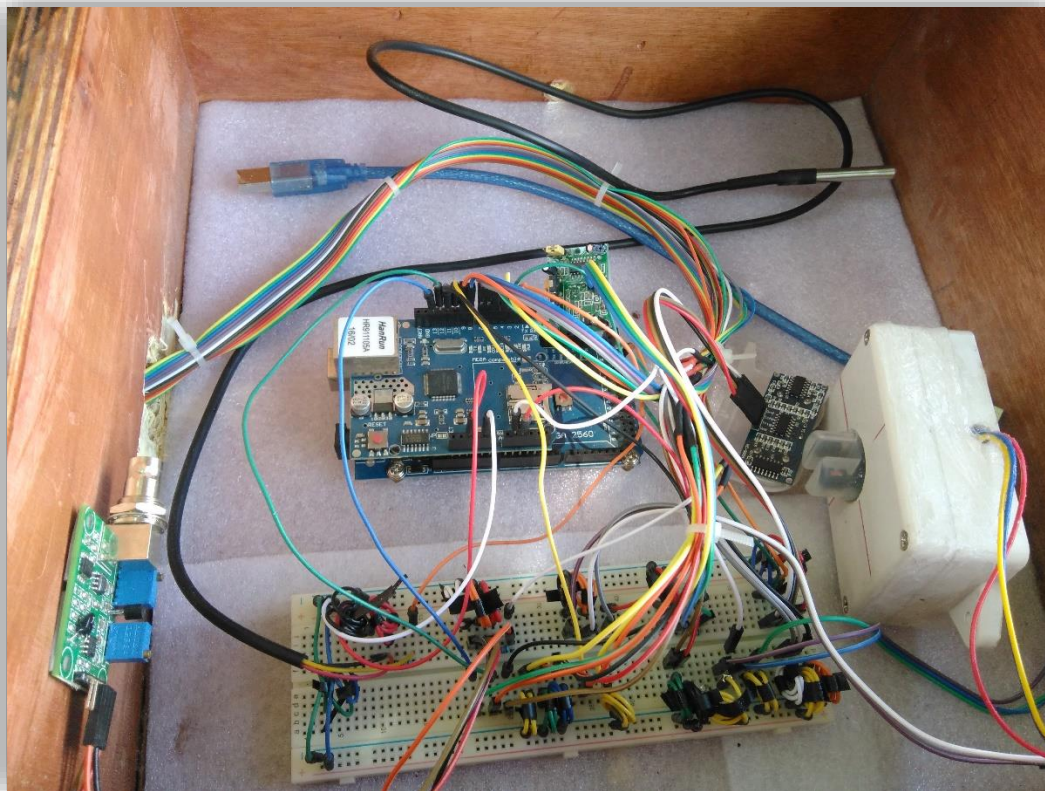


*Ilustración 33. Conexión completa de los sensores*

Fuente: Elaboración propia

## 5.2. Implementación del prototipo

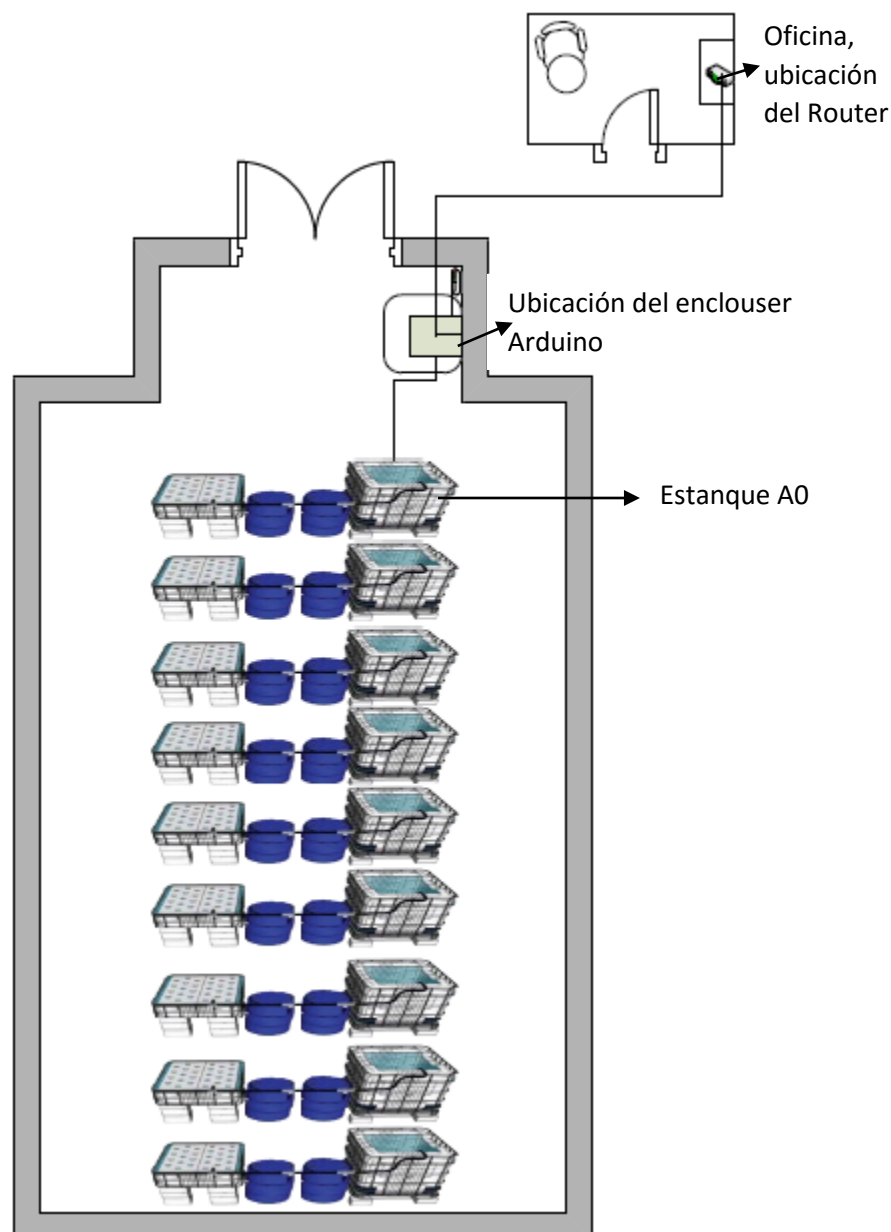
El prototipo de unidades de precisión con cada circuito de Arduino quedo de la siguiente manera:



*Ilustración 34. Prototipo de unidades de precisión terminado*

Fuente: Elaboración propia

Para ver más imágenes referentes a la instalación y ubicación de los sensores en la granja ir a Anexo XI. La infraestructura de la granja y la ubicación del prototipo quedó de la siguiente manera:



*Ilustración 35. Infraestructura de la granja*

Fuente: Elaboración propia

El estanque seleccionado para instalar los sensores es el A0 colocados el día 13/10/2017 formado por 50 peces (tilapias) como se muestra en la siguiente ilustración:



*Ilustración 36. Estanque seleccionado para colocar los sensores*

En el enclouser está ubicada el display LCD mostrando la información de la siguiente manera:



*Ilustración 37. Display LCD mostrando la información actualizada de los sensores*



## **VI. Conclusión**

Con los resultados obtenidos del trabajo, se corroboró la factibilidad de crear Acuasoft como un software que muestre el estado de un estanque criadero de peces de forma automática y en tiempo real, dando cumplimiento a los objetivos planteados con base al modelado de negocio que actualmente posee la granja donde se determinaron requisitos funcionales y no funcionales siendo estos la base del desarrollo del sistema.

Se analizaron los estudios para conocer la viabilidad del sistema iniciando con el estudio operativo en donde, se mostraron las principales funciones en cuanto a la crianza de alevines y las herramientas de medición manual con sus respectivos tiempos promedios de ejecución, demostrando así la necesidad operativamente de un sistema que revise en un menor tiempo posible los estanques para reducir costos por pérdidas y aumentar la producción.

Así también, con el estudio técnico se mostró que la granja cuenta con las características técnicas necesarias para la implementación del modelo de Arduino y el manejo de Acuasoft; se determinó que la disponibilidad del sistema se hará a través de la contratación de un servidor que alojará la aplicación y el servicio de datos.

Con el estudio económico se calculó el costo total del proyecto el cual fue de \$ 21,547.06 incluyendo los costos directos (costo de la fuerza de trabajo, costo de los medios técnicos utilizados y los costos de materiales) y los costos indirectos.

Con el estudio financiero se analizó el flujo de la inversión sin y con financiamiento, y se determinó que es viable sin financiamiento resultando la TIR de 17% y la TMAR de 8.77% con un VPN de \$ 5,431.96.

Con los estudios legal y ambiental se determinó que no se irrumpe ninguna ley con el desarrollo del sistema pues son software open source (código abierto) y no se

altera el ambiente tanto para los peces como para las hortalizas pues los sensores son creados para trabajar en lugares líquidos o sólidos.

El modelado fue basado en la metodología UWE y el sistema fue programado haciendo uso de Arduino (Fritzing y Arduino IDE), Android Studio y MySQL-WorkBench como gestor de base datos.

Con la implementación del prototipo se tendrá un monitoreo centralizado que facilite el acceso a la información de forma independiente al lugar geográfico donde el usuario se encuentre, debido a que no será necesario permanecer en la granja para observar el comportamiento de los estanques.

## **VII. Recomendaciones**

- ✓ Cambiar los sensores utilizados en el prototipo por sensores industriales para tener mayor fiabilidad en la información captada y que tengan más vida útil pues los usados duran aproximadamente año y medio.
- ✓ Gestionar la implementación de otro sensor que mida el oxígeno disuelto para que tener un análisis más completo, acerca de los factores físicos y químicos que afectan el agua.
- ✓ Gestionar la realización de mantenimiento cada 2 o 3 meses en los circuitos de Arduino debido a que se pueden deteriorar por inclemencias del medio ambiente.
- ✓ No apagar el router para conocer las variaciones de los parámetros en tiempos fuera del horario laboral.
- ✓ Realizar el pago correspondiente al dominio y alojamiento del sistema tomando en cuenta cada parte del contrato pues será ahí donde estará almacenada la base de datos, estructura del proyecto y servicios web.

## VIII. Bibliografías

- Aereo, Y. (12 de 02 de 2017). *Ejemplo Estimación con el método de Cocomo*.  
Obtenido de  
[http://www.academia.edu/8114846/Ejemplo\\_Estimaci%C3%B3n\\_con\\_el\\_m%C3%A9todo\\_de\\_Cocomo](http://www.academia.edu/8114846/Ejemplo_Estimaci%C3%B3n_con_el_m%C3%A9todo_de_Cocomo)
- Anónimo. (25 de 06 de 2013). *Instalación de las herramientas necesarias para programar para Android Studio*. Obtenido de  
<http://www.tutorialesprogramacionya.com/javaya/androidya/androidstudioya/detalleconcepto.php?codigo=1&inicio=0>
- Ardións, A. (16 de 05 de 2016). *Android Studio: Requisitos mínimos*. Obtenido de  
<https://androidstudiofaqs.com/conceptos/android-studio-requisitos-minimos>
- Arduino. (2011). *Arduino*. Obtenido de Arduino:  
<https://www.arduino.cc/en/Main/Products>
- Banzi, M. (2015). *Introduccion a Arduino*. Anaya Multimedia.
- Crespo, E. (09 de 11 de 2016). *Aprendiendo Arduino - Alimentación Arduino*.  
Obtenido de  
<https://aprendiendoarduino.wordpress.com/2016/11/09/alimentacion-arduino/>
- Diario, E. N. (2013). *Acuaponia agricultura urbana*. Managua.
- Eduardo, D. N. (2007). *Desarrollo de una aplicación móvil para la administración de avances sobre planos arquitectónicos*. Chile.
- G., J. M. (12 de 01 de 2013). *Arduino + Ethernet Shield*. Obtenido de  
<http://docplayer.es/644356-Arduino-ethernet-shield.html>
- Informatics, I. f. (10 de 08 de 2016). *Tutorial - Presentation Model*. Obtenido de  
<http://uwe.pst.ifi.lmu.de/teachingTutorialPresentationSpanish.html>
- Informatics, I. f. (10 de 08 de 2016). *Tutorial Navigation Model*. Obtenido de  
<http://uwe.pst.ifi.lmu.de/teachingTutorialNavigationSpanish.html>
- Ing. Maria Cecilia Gasca, I. L. (2013). *Metodologia para el desarrollo de aplicaciones moviles*. Magdalena.



- Kike. (2012). *Aprende Android*. Obtenido de [http://www.aprendeandroid.com/l13/instalacion\\_android\\_studio.htm](http://www.aprendeandroid.com/l13/instalacion_android_studio.htm)
- Lázaro, D. (2015). *Guía de PHP*. Estados Unidos: Anónimo.
- Leantec. (24 de 09 de 2015). *Como conectar Arduino por primera vez*. Obtenido de [http://www.leantec.es/blog/39\\_Como-conectar-Arduino-por-primera-vez.html](http://www.leantec.es/blog/39_Como-conectar-Arduino-por-primera-vez.html)
- Massimo Banzi, D. C. (2000). *Arduino*. Obtenido de <http://www.arduino.cc/en/main/software>
- Mazzoni. (1 de 11 de 2010). *Ingeniería de Software 1*. Obtenido de <http://hmazzoniingesoft1.blogspot.com/2010/11/estudio-de-viabilidad-para-sistemas.html>
- Niño Camazón, J. (2011). *Sistemas operativos monopuesto*.
- Perez, A. (19 de 03 de 2015). *Requerimientos de Instalación de MySQL*. Obtenido de <https://prezi.com/zqymc2vdz2j2/requerimientos-de-instalacion-de-mysql/>
- Rakocy. (1999). *The status of aquaponics*. USA.
- Revelo, J. (26 de 05 de 2015). *Crear Un Web Service Para Android Con Mysql, Php y Json*. Obtenido de <http://www.hermosaprogramacion.com/2015/05/crear-un-webservice-para-android-con-mysql-php-y-json/>
- Rosario, M. Y. (2014). *La acuaponia como herramienta didáctica para la enseñanza de la ciencia y la tecnología*. San Cristobal de las Casas, Chiapas.
- Services, I. C. (s.f.). *ORACLE*. Obtenido de <http://www.oracle.com/technetwork/java/javase/downloads/index.html>
- Shirley. (04 de 05 de 2012). *Tipos de diagramas UML*. Obtenido de <http://ingenieriadesistemas-shirley.blogspot.com/2012/05/tipos-de-diagramas-uml.html>
- Stuopelis, A. (2004). *Hostinger*. Obtenido de <https://www.hostinger.es/hosting-web#pricing-table>
- Vélez, J. C. (16 de 07 de 2009). *Tecnologías de la Información y Diseño de Sistemas*. Obtenido de *Tecnologías de la Información y Diseño de Sistemas*: <http://tecnologias-informacion->

sistemas.blogspot.com/2009/07/uwe-el-camino-la-orientacion-objetos-en.html

Zela, Z. P. (19 de 5 de 2013). *Ingeniería de Software*. Obtenido de <http://sotwarezulemakeydi.blogspot.com/2013/05/viabilidad-y-factibilidad.html>

**Anexos**



## IX. Anexos

### **Anexo I - Requerimientos funcionales (continuación)**

En la tabla siguiente se describe un requisito importante que deberá realizar la aplicación como es el registro toda la información con respecto a los peces.

<b>FRQ-0006</b>	<b>Registrar información de peces</b>
<b>Versión</b>	1.0 ( 11/09/2017 )
<b>Autores</b>	<a href="#">Francisco González</a> <a href="#">Josseling Flores</a>
<b>Fuentes</b>	<a href="#">Jolvin Mejía</a>
<b>Descripción</b>	El sistema deberá <i>archivar información referente a la alimentación, parámetro de vida, tipo de pez y asignación del alimento según el tipo de pez guardado.</i>
<b>Importancia</b>	importante
<b>Urgencia</b>	inmediatamente
<b>Estado</b>	en construcción
<b>Estabilidad</b>	alta
<b>Comentarios</b>	En cada opción, el usuario podrá agregar, modificar o dar de baja excepto en asignación de alimentos donde solo podrá asignar nuevo alimento.

*Tabla 46. Requerimiento Funcional - Registrar información de peces*

Fuente: Elaboración propia

Otro requerimiento importante para la funcionalidad del sistema es el registro de los datos de cada uno de los estanques para tener un mejor control de los mismos.

<b>FRQ-0007</b>	<b>Registrar datos de estanques</b>
<b>Versión</b>	1.0 ( 11/09/2017 )
<b>Autores</b>	<a href="#">Francisco González</a> <a href="#">Josseling Flores</a>
<b>Fuentes</b>	<a href="#">Jolvin Mejía</a>
<b>Descripción</b>	El sistema deberá <i>registrar la información correspondiente a los estanques con respecto a la clasificación de estos con los peces.</i>
<b>Importancia</b>	importante
<b>Urgencia</b>	inmediatamente
<b>Estado</b>	en construcción
<b>Estabilidad</b>	alta
<b>Comentarios</b>	Tendrá las opciones de agregar, modificar o dar de baja según sea necesario.

*Tabla 47. Requerimiento Funcional - Registrar datos de estanques*

Fuente: Elaboración propia

En la siguiente tabla se muestra como deberá ser la consulta para conocer el clima en un lapso de tiempo predeterminado y así conocer las variantes de este.

<b>FRQ-0008</b>	<b>Consultar clima</b>
<b>Versión</b>	1.0 ( 11/09/2017 )
<b>Autores</b>	<a href="#">Francisco González</a> <a href="#">Josseling Flores</a>
<b>Fuentes</b>	<a href="#">Jolvin Mejía</a>
<b>Descripción</b>	El sistema deberá <i>mostrar la predicción del clima en un lapso de 10 días y el clima satelital.</i>
<b>Importancia</b>	vital
<b>Urgencia</b>	inmediatamente
<b>Estado</b>	validado
<b>Estabilidad</b>	alta
<b>Comentarios</b>	Ninguno

*Tabla 48. Requerimiento Funcional - Consultar Clima*

Fuente: Elaboración propia

## ***Anexo II – Descripción del proceso de producción de las tilapias en el Sistema Acuapónico***

El proceso de cultivo de las tilapias en el sistema acuapónico, se da en cierto tiempo mediante intervalos de desarrollo entre los cuales están:

### **➤ Preparación del Estanque:**

Antes del montaje de ciclo, se prepara el estanque que será utilizado en el cual, se lavan las paredes y el fondo para quitarles la suciedad o lama. Posteriormente se desinfectan embarrando cal y dejándolo por un periodo de tres días asoleándose, para luego retirar la cal enjuagándose y se drena el estanque.

Antes del llenado del estanque se coloca la tubería de aireación. Realizada esta actividad se inicia el llenado de los estanques con 1,000 ltrs de agua C/U.

### **➤ Selección de Reproductores:**

El criterio de selección de reproductores que serán utilizados en el montaje del ciclo se basa en las siguientes características fenotípicas:

- Forma del cuerpo
- Alto del pez
- Talla y peso
- Edad
- Coloración y estado de las gónadas
- Aletas y branquias en buen estado
- Cuerpo libre de laceraciones

➤ **Montaje de Ciclo de Reproducción:**

El montaje de ciclo se realiza en los estanques destinados para reproducción. La granja utiliza una relación sexual de 2:1 es decir, 2 hembras para un macho. La reproducción depende de la calidad de agua y de las condiciones climáticas prevalecientes. Cuando comienzan a eclosionar las primeras larvas se disminuye la ración del alimento al 1% de la biomasa.

El periodo de reproducción y pesca de larva dura aproximadamente un mes y el tiempo de inversión sexual oscila entre 28 y 30 días. Después del levantamiento de inversión los alevines pasan a la etapa de predesarrollo por un periodo de 30 a 40 días; Sin embargo, dura hasta 2 o 3 meses en vista que los ciclos son montados para manejar un Stock de alevines destinados para atender los requerimientos de la demanda solicitada por los pequeños productores.

➤ **Pesca de Larvas:**

A partir de los 16 días de montado el ciclo se inicia la pesca de larvas, esta actividad se lleva a cabo en la parte superficial de las orillas de los estanques, utilizándose una red de malla fina (tipo tull). Las larvas capturadas se trasladan a tinas con agua

donde se realiza su conteo a través de la toma de 2 o 3 cucharadas de muestras en las que se cuentan las larvas y se saca un promedio total del número de individuos por cucharada. Posteriormente, las larvas se depositan en los estanques de la batería A destinada para inversión y se les comienza a suministrar alimento hormonado.

➤ **Reversión Sexual:**

Actualmente la producción de semilla de monosexo se lleva a cabo mediante la utilización de la hormona 17 alfa metil testosterona la cual se combina con alcohol a una concentración del 95%. Por cada kg de alimento se utiliza 60 mg (0.06 g) de hormona y ½ litro de alcohol. La hormona es disuelta en 10cc de alcohol al 95% y posteriormente se añade el resto de alcohol hasta que el alimento queda húmedo, el mismo debe secarse a temperatura ambiente. El alimento hormonado se suministra a las larvas recién nacidas antes de la diferenciación gonadal primaria, dentro del tejido del ovario, condición que se aprovecha para que mediante la alimentación hormonada desarrollen tejido testicular; produciendo individuos que crecen y funcionan reproductivamente como machos.

Para el proceso de inversión a partir del primer día de pesca, la granja suministra alimento hormonado al 35% de proteína, calculándose la ración de acuerdo a una tabla de alimento para inversión. El periodo de inversión dura 28 días; al final de la etapa de inversión se obtienen resultados de 95% de alevines machos. Durante el periodo de inversión las larvas logran alcanzar de 0.80 a 1.00 gramos de peso.

➤ **Predesarrollo:**

Posterior a la inversión los alevines se trasladan a tinas donde se cuentan por colador, calculándose un promedio del conteo de tres coladores. El promedio por colador se multiplica por el número de coladores de alevines extraídos, esto se hace para conocer el número de alevines de monosexo y su biomasa. A los alevines invertidos ya en la etapa de predesarrollo, se les suministra alimento con el 35% de proteína e iniciando la alimentación con una ración correspondiente al 8% de su

biomasa, dividido el 60% por la mañana y el 40% por la tarde. El alimento suministrado es elaborado en la planta procesadora de la UNA.

A los 30 -35 días se realiza una selección por talla y peso y se ubican en diferentes estanques de acuerdo al tamaño y peso. Posteriormente a esta actividad los peces están listos para su comercialización.

➤ **Comercialización y precios:**

La comercialización de los alevines se hace principalmente de manera directa al productor, se atienden proyectos tanto de cooperativas como productores privados. Para su traslado los alevines son depositados en doble bolsas de plástico quintaleras, más 25 litros de agua y aproximadamente 8 libras de oxígeno, sellándose manualmente a través de nudos y amarradas con tiras de neumáticos. La cantidad de alevines por bolsa depende del tamaño de estos, el costo de la bolsa es de 0.50 centavos de dólar, costo que se cobra por aparte. A continuación, se muestra el precio del Alevín o Tilapia por peso:

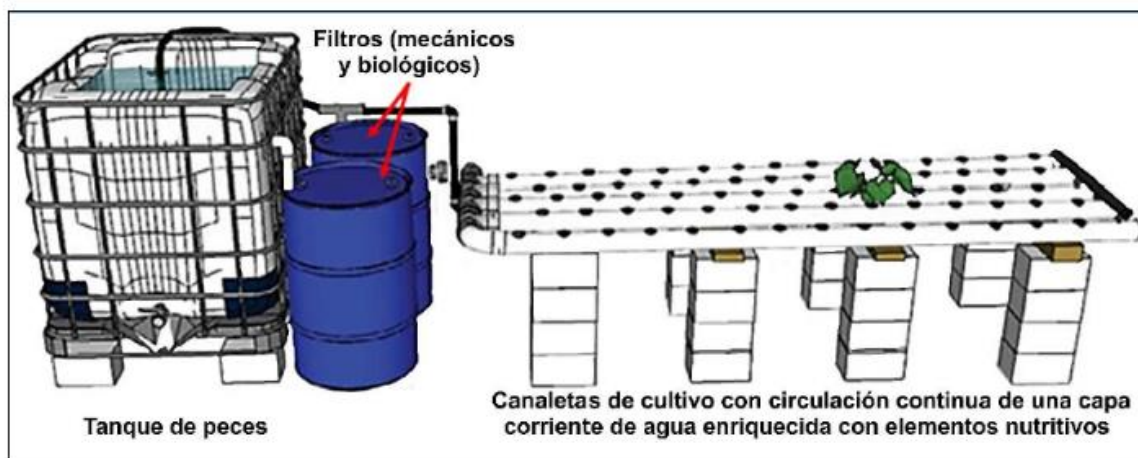
Peso(gr)	Precio \$ US
5	0.07
10	0.09
15	0.12

*Tabla 49. Precio Individual por Alevín*

Fuente: Elaboración propia

Mientras el proceso de los alevines o tilapias se está desarrollando, las plantas que están colocadas en los agujeros perforados en la parte superior de la tubería, y sus raíces que están protegidas de la luz, son capaces de utilizar esta delgada película de agua rica en nutrientes, como se muestra a continuación:





*Ilustración 38. Técnica de cama de cultivo en el Sistema Acuapónico*

Fuente: Elaboración propia

**Anexo III – Cotizaciones de los sensores e insumos para el prototipo de Unidades de Precisión**

<b>Sistema Integrado con Sensores</b>			
	<b>Ebay<sup>20</sup></b>	<b>Alibaba<sup>21</sup></b>	<b>Amazon<sup>22</sup></b>
<b>Arduino Mega 2560 R3</b>	\$ 25.00	\$ 21.21	\$ 28.50
<b>Ethernet Shield</b>	\$ 11.00	\$ 25.00	\$ 15.99
<b>Sensor Temperatura DS18B20</b>	\$ 5.00	\$ 4.5	\$ 7.99
<b>Sensor Ultrasonico, Hc-sr04</b>	\$ 3.00	\$ 7.15	\$ 11.05
<b>Activo Zumbador Sonido Ky-012</b>	\$ 3.00	\$ 11.65	\$ 10.54
<b>Sensor Turbidez SHT-161</b>	\$ 15.00	\$ 33.98	\$ 30.02
<b>Sensor pH ph0-14</b>	\$ 40.00	\$ 42.65	\$ 39.59
<b>LCD 1602 16x2 Hd44780</b>	\$ 6.00	\$ 5.00	\$ 15.05
<b>Protoboard con puntos de soldadura</b>	\$ 6.00	\$ 10.00	\$ 33.19
<b>Kit Led</b>	\$ 7.00	\$ 9.28	\$ 10.51
<b>Kit Resistencias</b>	\$ 3.00	\$ 7.11	\$ 8.11
<b>Kit Cable Poliolefina</b>	\$ 7.00	\$ 7.23	\$ 6.16
<b>Enclosure Arduino Mega</b>	\$ 38.26	\$ 31.2	\$ 29.93
<b>Enclosure para LCD Hd44780</b>	\$ 11.00	\$ 6.44	\$ 8.00
<b>Sensor Infrarrojo HC-SR501</b>	\$ 5.25	\$ 4.13	\$ 4.75
<b>Enclosure para Sensor Infrarrojo HC-SR501</b>	\$ 5.00	\$ 9.47	\$ 8.00
<b>Pin Macho Curvo, 2.54 mm</b>	\$ 2.00	\$ 2.63	\$ 1.85
<b>Pin Macho Recto, 2.54 mm</b>	\$ 2.00	\$ 2.78	\$ 1.82
<b>Cables para Protoboard Hembra</b>	\$ 2.00	\$ 4.09	\$ 5.72
<b>Cable Tipo A to B (5M)</b>	\$ 5.00	\$ 2.86	\$ 1.56
<b>Cinta 3M</b>	\$ 4.00	\$ 5.32	\$ 7.32
<b>Base Adhesiva (50)</b>	\$ 4.00	\$ 1.8	\$ 12.29
<b>Bridas</b>	\$ 4.00	\$ 6.68	\$ 3.68
<b>Total</b>	<b>\$ 253.26</b>	<b>\$ 262.16</b>	<b>\$ 289.62</b>

*Tabla 50. Cotizaciones de los sensores e insumos del prototipo*

Fuente: Elaboración propia

<sup>20</sup> Sitio Web: <http://www.ebay.com/>

<sup>21</sup> Sitio Web: <https://www.alibaba.com/?spm=a2700.7724838.scGlobalHomeHeader.6.6603f68bd3mxi0>

<sup>22</sup> Sitio Web: <https://www.amazon.com/>

## Anexo IV - Insumos electrónicos del prototipo de Unidades de Precisión

Componentes Electrónicos																																																								
Modelo		Características		Precios																																																				
<div></div> <div><h3>Kit Resistencias</h3><p>Permite mantener estable la corriente dejándolo como corriente continua, por razón de que ella opondrá toda aquella fluctuación o variación inestable por la conexión, si llega a pasar un máximo de voltaje se quemara pero dejara intacto a los demás componentes que le continúen.</p></div>		<table><thead><tr><th>Color</th><th>1ra y 2da Bandas de color</th><th>Factor Multiplicador</th><th>Tolerancia</th></tr></thead><tbody><tr><td>Negro</td><td>0</td><td>x1</td><td>--</td></tr><tr><td>Marrón</td><td>1</td><td>x10</td><td>±1%</td></tr><tr><td>Rojo</td><td>2</td><td>x100</td><td>±2%</td></tr><tr><td>Naranja</td><td>3</td><td>x1000</td><td>--</td></tr><tr><td>Amarrillo</td><td>4</td><td>x10000</td><td>--</td></tr><tr><td>Verde</td><td>5</td><td>x100000</td><td>±0'5%</td></tr><tr><td>Azul</td><td>6</td><td>x1000000</td><td>--</td></tr><tr><td>Violeta</td><td>7</td><td>x10000000</td><td>--</td></tr><tr><td>Gris</td><td>8</td><td>x100000000</td><td>--</td></tr><tr><td>Blanco</td><td>9</td><td>x1000000000</td><td>--</td></tr><tr><td>Oro</td><td>--</td><td>:10</td><td>±5%</td></tr><tr><td>Plata</td><td>--</td><td>:100</td><td>±10%</td></tr></tbody></table>		Color	1ra y 2da Bandas de color	Factor Multiplicador	Tolerancia	Negro	0	x1	--	Marrón	1	x10	±1%	Rojo	2	x100	±2%	Naranja	3	x1000	--	Amarrillo	4	x10000	--	Verde	5	x100000	±0'5%	Azul	6	x1000000	--	Violeta	7	x10000000	--	Gris	8	x100000000	--	Blanco	9	x1000000000	--	Oro	--	:10	±5%	Plata	--	:100	±10%	\$ 3.00
Color	1ra y 2da Bandas de color	Factor Multiplicador	Tolerancia																																																					
Negro	0	x1	--																																																					
Marrón	1	x10	±1%																																																					
Rojo	2	x100	±2%																																																					
Naranja	3	x1000	--																																																					
Amarrillo	4	x10000	--																																																					
Verde	5	x100000	±0'5%																																																					
Azul	6	x1000000	--																																																					
Violeta	7	x10000000	--																																																					
Gris	8	x100000000	--																																																					
Blanco	9	x1000000000	--																																																					
Oro	--	:10	±5%																																																					
Plata	--	:100	±10%																																																					
<div></div> <div><h3>Kit Cable Poliolefina</h3></div>		Tubos de poliolefina sensible al calor. Adhesivo interno termoplástico. Amplio rango se secciones en pocos conjuntos. Sin tiempo límite de almacenamiento bajo condiciones normales.		\$ 7.00																																																				
Panel para Sensor y Circuitos																																																								
Modelo		Características		Precios																																																				
<div></div> <div><h3>Enclosure Arduino Mega</h3><p>Permite encerrar fácilmente su placa principal Arduino, Arduino Mega, o alguna otra tabla que se ajuste a la impresión de pie Arduino. Simplemente se cierra, por lo que no tiene que preocuparse por tornillos o sujetadores.</p></div>		Tiene espacio interno para un Arduino y un escudo. Incluso tiene una lengüeta extraíble acoplada para su uso con un escudo Ethernet. También tiene un compartimiento de inserción en la parte posterior para acceder a interruptores o conexiones o acceso a la batería.		\$ 38.26																																																				

 <p>Enclosure para LCD Hd44780</p>	<p><b>Medida:</b> 86x86x25 mm  <b>Diámetro de botones:</b> 6mm  <b>Material:</b> Plástico  <b>Color:</b> Blanco</p>	<p>\$ 11.00</p>
 <p>Enclosure para Sensor Infrarrojo HC-SR501          Permite el montaje fácil del sensor en una superficie plana.</p>	<p>La dimensión interna de la caja es longitud 32.6mmx altura 25.6x profundidad 15mm +/- 0.2mm.</p>	<p>\$ 5.00</p>
<b>Extensiones Digitales</b>		
<b>Modelo</b>	<b>Características</b>	<b>Precios</b>
 <p>Pin Macho Curvo, 2.54 mm          Su función principal es para una conexión.</p>	<p><b>Tres jefe del alfiler de la fila:</b> 3x40p  <b>Espaciado:</b> 2.54 mm  <b>Color:</b> negro  <b>Ángulo de visión:</b> 90 grados</p>	<p>\$ 2.00</p>
 <p>Pin Macho Recto, 2.54 mm          Conector macho recto para poste polarizado</p>	<p><b>PIN:</b> 2  <b>Tamaño:</b> 2.54mm  <b>Conector:</b> recto</p>	<p>\$ 2.00</p>
 <p>Cables para Protoboard Hembra          Se utilizan de forma general para transferir señales eléctricas de</p>	<p><b>Largo:</b> 200mm  <b>Sección:</b> 0.2mm<sup>2</sup>  <b>Color:</b> 10 colores distintos</p>	<p>\$ 2.00</p>

cualquier parte de la placa de prototipos a los pines de entrada/salida de un microcontrolador.		
 <p>Cable Tipo A to B (5M)</p>	<b>Calibre del Conductor:</b> 24/28 AWG <b>Color:</b> Negro <b>Longitud del Cable:</b> 5 m [16.4 ft] <b>Peso del Producto:</b> 164 g [5.8 oz]	\$ 5.00
<b>Herramienta Electrónica</b>		
<b>Modelo</b>	<b>Características</b>	<b>Precios</b>
 <p>Cinta (3M)</p> <p>Cinta adhesiva de doble cara tisú válido para múltiples superficies y aplicaciones de interior o exterior.</p>	<b>Resistencia Temperatura:</b> 120° C <b>Tipo adhesivo:</b> Acrílico <b>Soporte:</b> Tisú <b>Formato:</b> Rollo <b>Espesor:</b> 0.08 mm	\$ 4.00
 <p>Base Adhesiva (50)</p> <p>Se utiliza para sujetar o unir piezas</p>	Se suministra en rollos de 50mm x 25mts Colores: Negro, Gris o Blanco	\$ 4.00
 <p>Atadura de Cables - Bridas (100PC)</p> <p>La función de las bridas es abrazar, unir o sujetar un mazo de cables, tuberías o cualquier otro elemento.</p>	<b>Color:</b> blancas, negras u otras <b>Longitud:</b> desde 100 hasta 1220 mm <b>Anchura:</b> desde 2,5 hasta 12,6 mm	\$ 4.00

*Tabla 51. Insumos electrónicos de Arduino*

Fuente: Elaboración propia

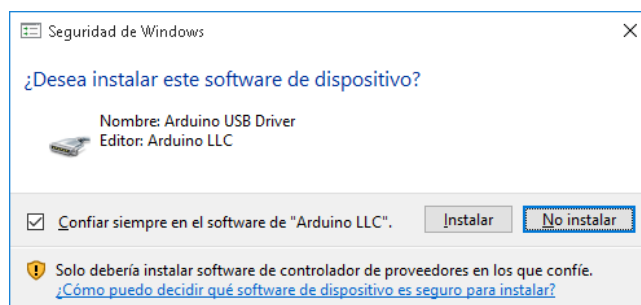
## **Anexo V - Conexión de Tarjeta Madre de Arduino con la PC**

Para poder hacer una transferencia optima de la tarjeta Arduino Mega, se necesita una base de plástico o madera como aislante de cualquier carga estática hacia la misma, una vez listo este paso se dará proceso a conectar el cable USB tipo b al Arduino mega 2560 y el tipo a conectarlo a la computadora. Una vez conectado se debe cerciorar que la tarjeta encienda el led verde para saber si la transmisión de voltaje es el correcto, también se debe corroborar que la computadora reconozca el controlador.

### **❖ Controladores**

Instalación de Controladores para Arduino Mega 2560, con Windows 7 Ultimate.

- ✓ Primero, se debe conectar la Placa Arduino Mega 2560 y esperar que Windows comience su proceso de instalación del controlador. Después de unos momentos, el proceso va a fracasar, a pesar de sus mejores esfuerzos.

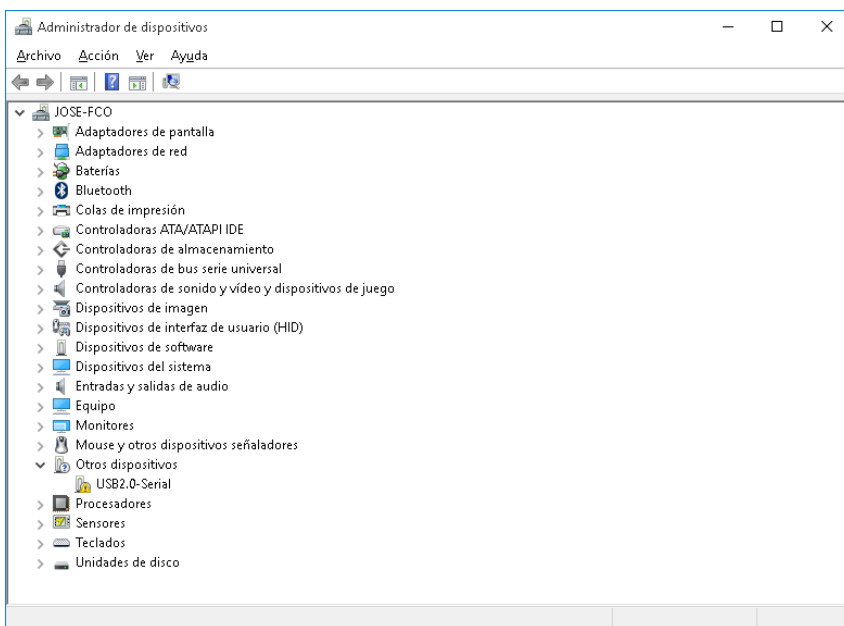


*Ilustración 39. Ejecutando el .exe descargado*

*Fuente: Elaboración Propia, (Leantec, 2015)*

- ✓ Luego, dar clic en el menú Inicio y abrir el Panel de Control.
- ✓ Después, ir a Sistema y seguridad y dar clic en Sistema. Una vez que la ventana del sistema se abra, clic en el Administrador de dispositivos.
- ✓ Buscar en Puertos (COM & LPT). Se debe ver a un puerto abierto llamado "Arduino Mega (COM1 U otro Similar Difiere en el Número)". Si no hay

una sección LPT COM ir a "Otros dispositivos" para "Dispositivo desconocido".



*Ilustración 40. Administrador de dispositivos en la computadora*

*Fuente: Elaboración propia, (Leantec, 2015)*

Nota: Existen 2 formas para actualizar el controlador del Arduino:

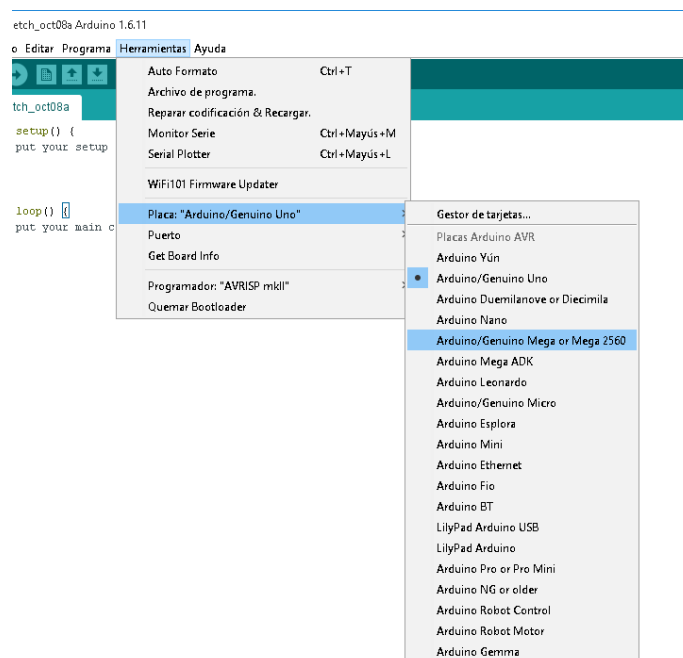
- El primero es descargar el Software para el controlador del Arduino Mega 2560, dando doble clic sobre él y listo, solo se retira la Placa de Arduino y la se vuelve a conectar.
- La segunda opción es dar clic derecho sobre el "Arduino Mega 2560 (COM1)" puerto y elegir la opción "Actualizar software de controlador". A continuación, seleccionar la opción "Buscar software de controlador" y en la siguiente ventana buscar el software para poderlo actualizar correctamente. Windows terminará la instalación del controlador.

Se puede comprobar que los controladores se han instalado abriendo el Manager de dispositivos de Windows nuevamente (en la pestaña Hardware del panel de control del sistema). Buscar un "USB Serial Port" en la sección de Puertos, esa es la placa Arduino.

## ❖ Configuración

Se debe saber que, para poder iniciar la programación, es necesaria la configuración de la interconexión de la placa Arduino mega 2560 con la computadora; para proceder con esto, se tiene que descargar el IDE de Arduino directamente de la página, una vez instalado, se escoge la placa seleccionada y en que puerto estará ubicada, para poder escoger la placa se realizara lo siguiente:

- En la parte superior del IDE estaba un menú, dar clic en “Herramientas”, después en “Placa Arduino/Genuino Uno” y luego escoger la placa que se utilizara en todo el proyecto “Arduino/Genuino Mega o Mega 2560”.



*Ilustración 41. Configuración de la placa Mega 2560*

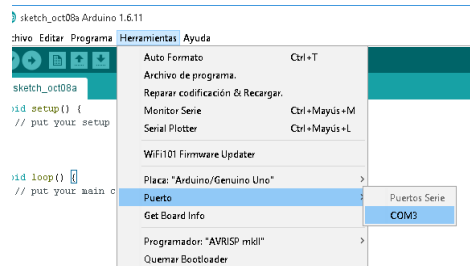
*Fuente: Elaboración propia, (Leantec, 2015)*

Ahora, se tiene que configurar el puerto donde estará ubicado el Arduino para que pueda reconocer las entradas y salidas de los datos, para ello se hará lo siguiente:



- Primero ir nuevamente a “Herramientas”, luego “Puerto” en donde se debe seleccionar el puerto donde está conectada la placa Arduino mega 2560

Nota: Para saber la ubicación del puerto COM, se debe de ir al “Administrador de Dispositivos” en puertos COM mostrara cual es, así que el nuestro estaría ubicado en el puerto COM3 dándole clic sobre él, y listo.



*Ilustración 42. Configuración para escoger el puerto COM*

Fuente: Elaboración propia, (Leantec, 2015)

## ❖ Programación

Con respecto a la programación, la mayoría de los lenguajes se clasifican de la siguiente manera:

El main () lleva todas las librerías y variables cuando cargue el sistema. Sin embargo, este lenguaje de programación para Arduino no es un caso especial, es parecido por las siguientes razones:

- Mantiene un método llamado setup () que hace la preparación de librerías, componentes y variables cuando ejecute el sistema;
- Se encuentra siempre al comienzo del programa;
- Se configuran los pinModes;
- Se inicializa la comunicación serial, etc.
- El método loop () es aquel que hace la ejecución continua de los valores de circuitos o sensores para obtener la información de manera constante porque lo realiza en un ciclo infinito. Dentro del método loop () casualmente es la misma lógica siendo un poco diferente la sintaxis como estructuras de

control, operadores aritméticos, operadores de comparación, operadores compuestos, declaración de las variables que son de tipo constantes.

## Anexo VI - Instalación del Android

Para descargar el JDK, se debe ir a la página de Oracle (<http://www.oracle.com/technetwork/java/javase/downloads/index.html>) y seleccionar la plataforma JDK 7u21 (o la que sea más actual).

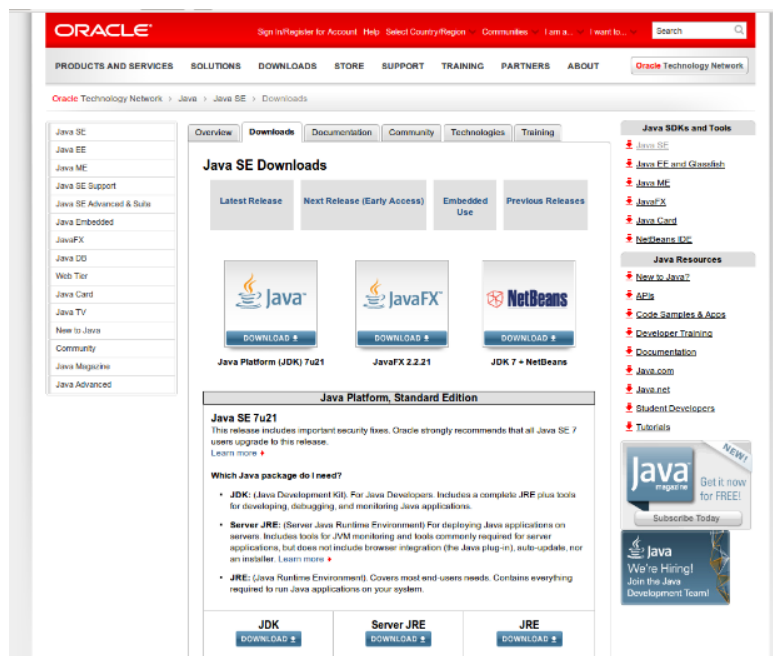


Ilustración 43. Plataforma de descarga de Oracle

Fuente: Elaboración propia, (Services, s.f.)

Aparecerá una lista con las descargas disponibles para el sistema. Se debe seleccionar el archivo de Windows correspondiente a la arquitectura de la PC a utilizar (32 o 64 bits).

You must accept the Oracle Binary Code License Agreement for Java SE to download this software.

Thank you for accepting the Oracle Binary Code License Agreement for Java SE; you may now download this software.

Product / File Description	File Size	Download
Linux ARM v6/v7 Soft Float ABI	65.09 MB	<a href="#">jdk-7u21-linux-arm-sfp.tar.gz</a>
Linux x86	80.35 MB	<a href="#">jdk-7u21-linux-i586.rpm</a>
Linux x86	93.06 MB	<a href="#">jdk-7u21-linux-i586.tar.gz</a>
Linux x64	91.43 MB	<a href="#">jdk-7u21-linux-x64.rpm</a>
Linux x64	91.91 MB	<a href="#">jdk-7u21-linux-x64.tar.gz</a>
Mac OS X x64	144.16 MB	<a href="#">jdk-7u21-macosx-x64.dmg</a>
Solaris x86 (SVR4 package)	135.84 MB	<a href="#">jdk-7u21-solaris-i586.tar.Z</a>
Solaris x86	92.08 MB	<a href="#">jdk-7u21-solaris-i586.tar.gz</a>
Solaris x64 (SVR4 package)	22.67 MB	<a href="#">jdk-7u21-solaris-x64.tar.Z</a>
Solaris x64	15.02 MB	<a href="#">jdk-7u21-solaris-x64.tar.gz</a>
Solaris SPARC (SVR4 package)	136.09 MB	<a href="#">jdk-7u21-solaris-sparc.tar.Z</a>
Solaris SPARC	95.44 MB	<a href="#">jdk-7u21-solaris-sparc.tar.gz</a>
Solaris SPARC 64-bit (SVR4 package)	22.97 MB	<a href="#">jdk-7u21-solaris-sparcv9.tar.Z</a>
Solaris SPARC 64-bit	17.58 MB	<a href="#">jdk-7u21-solaris-sparcv9.tar.gz</a>
Windows x86	86.98 MB	<a href="#">jdk-7u21-windows-i586.exe</a>
Windows x64	90.57 MB	<a href="#">jdk-7u21-windows-x64.exe</a>

Java SE Development Kit 7u21 Demos and Samples Downloads

Java SE Development Kit 7u21 Demos and Samples Downloads are released under the Oracle BSD License

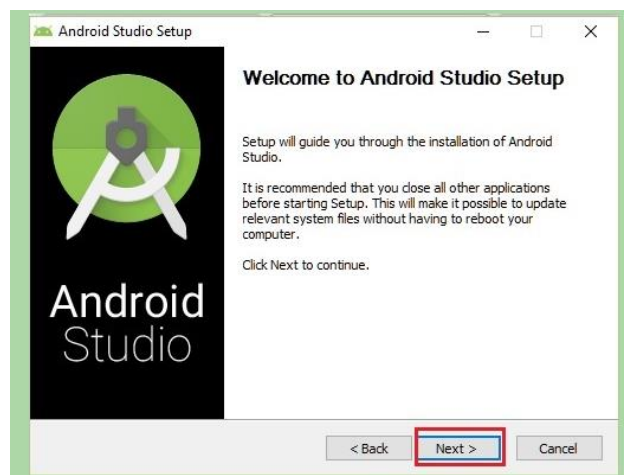
Product / File Description	File Size	Download
Linux ARM v6/v7 Soft Float ABI	8.09 MB	<a href="#">jdk-7u21-linux-arm-sfp-demos.tar.gz</a>
Linux x86	14.13 MB	<a href="#">jdk-7u21-linux-i586-demos.rpm</a>
Linux x86	14.06 MB	<a href="#">jdk-7u21-linux-i586-demos.tar.gz</a>
Linux x64	14.18 MB	<a href="#">jdk-7u21-linux-x64-demos.rpm</a>
Linux x64	14.06 MB	<a href="#">jdk-7u21-linux-x64-demos.tar.gz</a>
Mac OS X	12.8 MB	<a href="#">jdk-7u21-macosx-x86_64-demos.tar.gz</a>
Solaris x86	20.2 MB	<a href="#">jdk-7u21-solaris-i586-demos.tar.Z</a>
Solaris x86	13.98 MB	<a href="#">jdk-7u21-solaris-i586-demos.tar.gz</a>
Solaris x64	1.23 MB	<a href="#">jdk-7u21-solaris-x64-demos.tar.Z</a>
Solaris x64	0.82 MB	<a href="#">jdk-7u21-solaris-x64-demos.tar.gz</a>
Solaris SPARC	20.2 MB	<a href="#">jdk-7u21-solaris-sparc-demos.tar.Z</a>
Solaris SPARC	14.03 MB	<a href="#">jdk-7u21-solaris-sparc-demos.tar.gz</a>
		<a href="#">jdk-7u21-solaris-sparcv9-demos.tar.Z</a>

*Ilustración 44. Opciones de descarga*

Fuente: Elaboración propia, (Services, s.f.)

Una vez descargado, se ejecuta el archivo para la debida instalación.

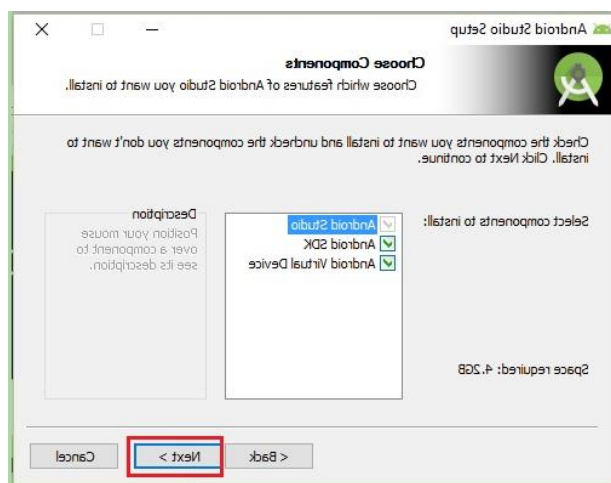
Cuando haya finalizado la instalación, se procede con la descarga del Android Studio desde la página web <https://developer.android.com/studio/index.html?hl=es>. Al terminar la descarga, se procede con la instalación ejecutando el archivo descargado.



*Ilustración 45. Pantalla de acceso al Android Studio*

Fuente: Elaboración propia, (Kike, 2012)

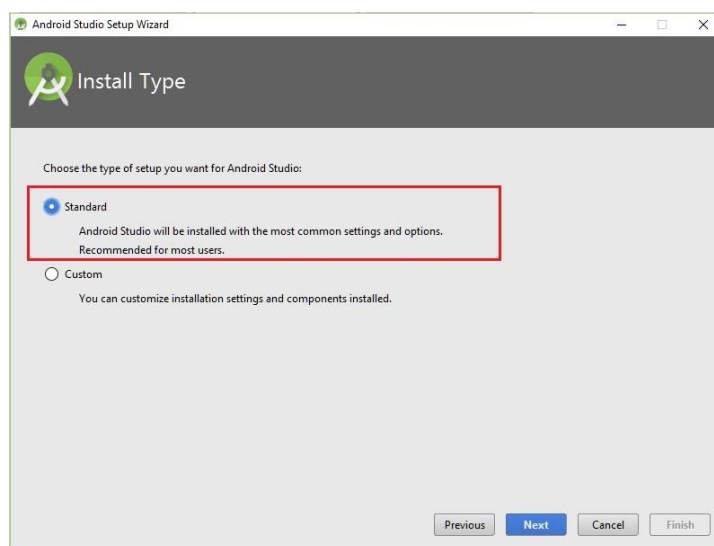
Se dejan por defecto el Android SDK, Android Virtual Device, para que se instale en el Android Studio:



*Ilustración 46. Opciones a seleccionar en el Android Studio*

Fuente: Elaboración propia, (Kike, 2012)

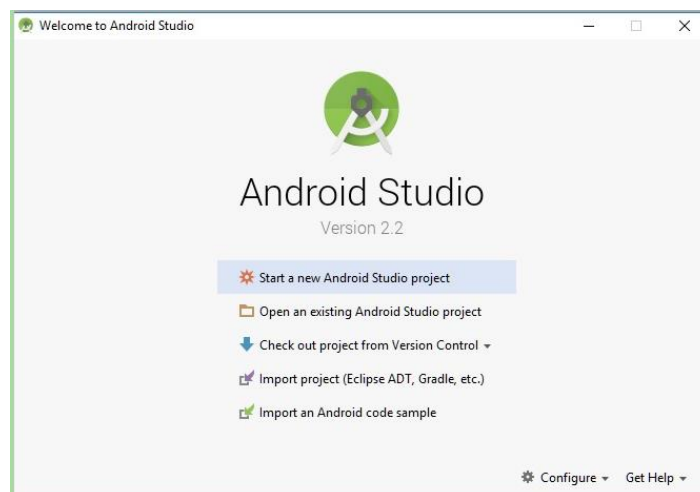
Se deja con los valores por defecto en las siguientes pantallas de instalación. El tercer paso es ejecutar el Android Studio para poder empezar a desarrollar para Android. La primera vez que se ejecuta, se elige la opción de configuración "Standard":



*Ilustración 47. Opción Standard seleccionada*

Fuente: Elaboración propia, (Kike, 2012)

Seguidamente se instalan los últimos componentes necesarios y finalmente, aparece el siguiente diálogo desde donde se puede iniciar con la Creación de la Aplicación Móvil:



*Ilustración 48. Ventana de Inicio de Android Studio*

Fuente: Elaboración propia, (Kike, 2012)

## **Anexo VII - Justificación de valores de las fórmulas de Punto de Función y Cocomo**

$$E = a (KLDC)^e * FAE$$

Donde:

$E$  = Esfuerzo (hombre/mes)

$KLDC$  = Numero (miles) estimado de líneas de código

$FAE$  = Factor de ajuste del esfuerzo

Para calcular el Esfuerzo, es necesario hallar la variable  $KLDC$  (Kilo Líneas de código) cuya fórmula es:

$$KLDC = \frac{(PF * \text{Lineas de Código por cada PF})}{1000}$$

Donde:

$PF$  = Puntos de Función

Los puntos de función se utilizan para determinar el tamaño del software. Están orientadas a la función, es decir, se centran en la funcionalidad o utilidad del programa, cuya fórmula es:

$$PF = \text{ConteoTotal} * [0.65 + 0.01 * \sum (Fi)]$$

Donde:

$\sum(Fi)$  = Nivel de Influencia

Para utilizar el método de punto de función, se deben seguir los siguientes pasos:

1. Descomponer la aplicación a construir, en funciones elementales a implementar.
2. Para cada función, se deben cuantificar los siguientes parámetros:
  - ✓ Arduino:

Parámetro	Q		Factor de Peso			Subtotal
			Simple	Medio	Complejo	
Entradas	0	x	3			0
Salidas	5	x	4			20
Consultas	0	x	3			0
Archivos	1	x	7			7
Interfaces de programa	3	x	5			15
<b>Conteo Total (Puntos de Función sin ajustar)</b>						<b>42</b>

*Tabla 52. Factor peso de Arduino*

Fuente: Elaboración propia

✓ Android:

Parámetro	Q		Factor de Peso			Subtotal
			Simple	Medio	Complejo	
Entradas	1	x	3			12
Salidas	4	x		5		20
Consultas	9	x	1			9
Archivos	9	x		10		90
Interfaces de programa	1	x	5			5
<b>Conteo Total (Puntos de Función sin ajustar)</b>						<b>136</b>

*Tabla 53. Factor peso de Android*

Fuente: Elaboración propia

3. Para calcular el Nivel de Influencia, los valores asignados según las características del prototipo de unidades de precisión y la aplicación móvil son:

✓ Arduino:

	Preguntas	Rango
1	Copia de seguridad y recuperación fiable	5
2	Comunicación de datos	4
3	Funciones de procesamiento distribuido	0
4	Rendimiento Crítico	3
5	Entorno operativo existente y utilizado	1
6	Entrada de datos interactiva	4
7	Transacciones sobre múltiples pantallas	3
8	Actualización interactiva de archivos maestros	0
9	Entradas, salidas, archivos o peticiones complejas	2
10	Procesamiento interno complejo	2

11	Código reutilizable	4
12	Conversión e instalación	4
13	Múltiples instalaciones en diferentes organizaciones	5
14	Facilitar cambios y ser fácilmente reutilizadas	5
<b>NIVEL DE INFLUENCIA (<math>\Sigma FI</math>)</b>		<b>42</b>

*Tabla 54. Nivel de Influencia Arduino*

Fuente: Elaboración propia

✓ Android:

	Preguntas	Rango
1	Copia de seguridad y recuperación fiable	5
2	Comunicación de datos	5
3	Funciones de procesamiento distribuido	0
4	Rendimiento Crítico	5
5	Entorno operativo existente y utilizado	0
6	Entrada de datos interactiva	5
7	Transacciones sobre múltiples pantallas	5
8	Actualización interactiva de archivos maestros	0
9	Entradas, salidas, archivos o peticiones complejas	2
10	Procesamiento interno complejo	1
11	Código reutilizable	3
12	Conversión e instalación	2
13	Múltiples instalaciones en diferentes organizaciones	5
14	Facilitar cambios y ser fácilmente reutilizadas	3
<b>NIVEL DE INFLUENCIA (<math>\Sigma FI</math>)</b>		<b>41</b>

*Tabla 55. Nivel de Influencia Android*

Fuente: Elaboración propia

Por lo tanto, el Punto de Función para el Arduino y la Aplicación Móvil serían:

✓ Arduino:

$$PF = 42 * [0.65 + 0.01 * 42] = 44.94$$

✓ Android:

$$PF = 136 * [0.65 + 0.01 * 41] = 144.16$$



Una vez calculado el Punto de Función, las líneas de código por cada PF para Arduino que están orientadas a C++ son de 64 y para Android que es Java es de 46, según la tabla siguiente:

Lenguaje	LDC/PF
Ensamblador	320
C	150
COBOL	105
Pascal	91
Prolog/LISP	64
<b>C++</b>	<b>64</b>
Visual Basic	32
SQL	12
<b>Java</b>	<b>46</b>

Tabla 56. Líneas de Código por Punto de Función

Fuente: Elaboración propia

Así pues, el resultado de KLDC para Arduino y Android será:

✓ Arduino (C++):

$$KLDC = \frac{(44.94 * 64)}{1000} = 2.88 MF$$

✓ Android:

$$KLDC = \frac{(144.16 * 46)}{1000} = 6.63 MF$$

En ambos casos (Arduino y Android), será un proyecto software orgánico puesto que es el más apropiado debido a que el número de líneas de código no supera los 50 KLDC, y además el proyecto no es muy complejo, por consiguiente, los coeficientes que se usaran son los siguientes:

Proyecto Software	a	e	c	d
Orgánico	3.2	1.05	2.5	0.38
Semi-acoplado	3.0	1.12	2.5	0.35
Empotrado	2.8	1.20	2.5	0.32

Tabla 57. Coeficientes de Líneas de Código

Fuente: Elaboración propia

Por otro lado, también es necesario encontrar el valor de la variable FAE para el Arduino y la Aplicación Móvil, la cual se obtiene mediante la multiplicación de los valores evaluados en los diferentes 15 conductores de coste que se observan en la siguiente tabla:

✓ Arduino:

Conductores de Coste	Valoración					
	Muy Bajo	Bajo	Nominal	Alto	Muy Alto	Extra alto
Fiabilidad requerida del software	0.75	<b>0.88</b>	1	1.15	1.40	-
Tamaño de la base de datos	-	<b>0.94</b>	1	1.08	1.16	-
Complejidad del producto	<b>0.70</b>	0.85	1	1.15	1.30	1.65
Restricciones del tiempo de ejecución	-	-	1	1.11	1.30	1.66
Restricciones del almacenamiento principal	-	-	<b>1</b>	1.06	1.21	1.56
Volatilidad de la máquina virtual	-	<b>0.87</b>	1	1.15	1.30	-
Tiempo de respuesta del ordenador	-	0.87	<b>1</b>	1.07	1.15	-
Capacidad del Analista	1.46	1.19	<b>1</b>	0.86	0.71	-
Experiencia en la aplicación	1.29	1.13	<b>1</b>	0.91	0.82	-
Capacidad de los programadores	1.42	1.17	<b>1</b>	0.86	0.70	-
Experiencia en S.O. utilizados	1.21	1.10	1	<b>0.90</b>	-	-
Experiencia en el lenguaje de programación	1.14	1.07	1	<b>0.95</b>	-	-
Prácticas de programación modernas	1.24	1.10	<b>1</b>	0.91	0.82	-
Utilización de herramientas software	1.24	1.10	1	<b>0.91</b>	0.83	-
Limitaciones de planificación del proyecto	1.23	1.08	<b>1</b>	1.04	1.10	-

*Tabla 58. Conductores de Coste Arduino*

Fuente: Elaboración propia

$$FAE = 0.88 * 0.94 * 0.70 * 1 * 0.87 * 1 * 1 * 1 * 1 * 1 * 0.90 * 0.95 * 1 * 0.91 * 1 * 1$$

$$= 0.392$$

✓ Android:

Conductores de Coste	Valoración					
	Muy Bajo	Bajo	Nominal	Alto	Muy Alto	Extra alto
Fiabilidad requerida del software	0.75	0.88	1	1.15	<b>1.40</b>	-
Tamaño de la base de datos	-	0.94	<b>1</b>	1.08	1.16	-
Complejidad del producto	0.70	0.85	<b>1</b>	1.15	1.30	1.65
Restricciones del tiempo de ejecución	-	-	<b>1</b>	1.11	1.30	1.66
Restricciones del almacenamiento principal	-	-	1	1.06	1.21	1.56

Volatilidad de la máquina virtual	-	<b>0.87</b>	1	1.15	1.30	-
Tiempo de respuesta del ordenador	-	0.87	<b>1</b>	1.07	1.15	-
Capacidad del Analista	1.46	1.19	1	<b>0.86</b>	0.71	-
Experiencia en la aplicación	1.29	1.13	1	<b>0.91</b>	0.82	-
Capacidad de los programadores	1.42	1.17	1	<b>0.86</b>	0.70	-
Experiencia en S.O. utilizados	1.21	1.10	<b>1</b>	0.90	-	-
Experiencia en el lenguaje de programación	1.14	1.07	<b>1</b>	0.95	-	-
Prácticas de programación modernas	1.24	1.10	1	<b>0.91</b>	0.82	-
Utilización de herramientas software	1.24	1.10	1	<b>0.91</b>	0.83	-
Limitaciones de planificación del proyecto	1.23	1.08	<b>1</b>	1.04	1.10	-

*Tabla 59. Conductores de Coste Android*

Fuente: Elaboración propia

$$FAE = 1.40 * 1 * 1 * 1 * 0.87 * 1 * 0.86 * 0.91 * 0.91 * 0.86 * 1 * 1 * 0.91 * 0.91 * 1 = 0.62$$

La justificación de los valores elegidos para cada conductor de coste para Arduino y para la Aplicación Móvil se pueden observar después de los resultados obtenidos en los distintos factores calculados.

Con los valores calculados se procede a estimar los factores de:

❖ Cálculo del esfuerzo del desarrollo:

✓ Arduino:

$$E = 3.2 (2.88)^{1.05} * 0.392 = 3.8 \text{ equivalente a 4 personas/mes}$$

✓ Android:

$$E = 3.2 (6.63)^{1.05} * 0.618 = 14.41 \text{ equivalente a 14 personas/mes}$$

❖ Cálculo del tiempo del desarrollo:

✓ Arduino:

$$T = 2.5 (4)^{0.38} = 4.23 \text{ equivalente a 4 meses}$$

✓ Android:

$$T = 2.5 (14)^{0.38} = 6.81 \text{ equivalente a 7 meses}$$

❖ Cálculo de cantidad de hombres:

✓ Arduino:

$$CH = E/T = 3.8/4.23 = 0.90 = 1 \text{ personas}$$

✓ Android:

$$CH = E/T = 14/6.81 = 2.05 = 2 \text{ personas}$$

❖ Productividad:

✓ Arduino:

$$P = (KLDC * 1000)/T = (2.88 * 1000)/4.23 = 680.85$$

$P = 680.85$  líneas de código por hombre maquina

✓ Android:

$$P = (KLDC * 1000)/T = (6.63 * 1000)/6.81 = 973.57$$

$P = 973.57$  líneas de código por hombre maquina

### **Obtención del Valor Q:**

✓ Arduino:

Número de entradas de usuario: No tiene ninguna, porque ella solamente está encargada de emitir datos al servidor de forma constante.

Número de salidas de usuario: El Arduino estará encargado de transmitir información cada 5 minutos de los sensores Temperatura, pH, movimiento, Turbidez, Volumen, que llegara al servidor web, y también se transmitirán de manera física a través de un panel acrílico mostrando solo 4 sensores (Temperatura, pH, Turbidez, Volumen) y tendrá una validación que si está o no critico dando una alerta por medio de una bocina y luces LED.

Número de peticiones de usuario: Aquí el usuario no tendrá ninguna interacción con el circuito electrónico solo lo gestionará de manera móvil, sus datos ya recolectados por los sensores auto programados.

Número de archivos: Tendrán una base de datos llamada Arduino, pero solo consumirán una tabla a causa de que ahí se almacenarán solo los datos a incorporarse en el sistema.

Número de interfaces externas:

Existen 3 tipos de interfaces: Físicas-Digitales, Físicas-Lógica, Digital.

- Físicas-Digitales: LCD Panel Acrílico con datos Digitales.
- Físicas-Lógica: LED que muestran señales a datos específicos.
- Digital: Se almacenarán en la base de datos para que después se puedan hacer consultas.

✓ **Android:**

Número de entradas de usuario: Aquí solamente estará el jefe (Administrador del sistema) que es el encargado de la granja acuapónica, quien tendrá la capacidad de realizar reportes, agregar usuarios, piscinas y peces.

Número de salidas de usuario: El usuario tendrá la capacidad de ver reporte a partir de los diferentes módulos que son Piscina, Peces, Mediciones, y Alertas.

Número de peticiones de usuario: Para las peticiones del usuario, serán interactivas siendo 3 que son cada uno de los módulos antes mencionado, ellos contemplan las opciones básicas, Registrar, Modificar, Dar de Baja.

Número de archivos: Tendrán una base de datos llamada Arduino, consumirán tablas relacionales, tales como alimentación de los peces, cargo de los que administran la aplicación, las mediciones, peces, piscina.

Número de interfaces externas:

Existen una interfaz: Digital-Móvil.

- Digital-Móvil: Aquí mostrar de manera más dinámica y más atractiva los datos, consultas y requisitos.

❖ **Justificación de los Valores de Conductores de Costes:**

✓ **Arduino:**

Fiabilidad requerida del software: El sistema comprenderá un nivel bajo porque si el sistema falla no se distorsiona los valores solo deja de emitir datos.

Tamaño de la base de datos: Solo los datos se registrarán en una tabla.

Complejidad del producto: Aquí se tomó ese valor porque antes tenías que tener principios básicos de electrónica y movimientos de corriente, después tenías que comprender el lenguaje de comunicación entre los circuitos y sensores.

Restricciones del tiempo de ejecución: No tiene muchas restricciones, únicamente la longitud del cable de comunicación del pc con la tarjeta principal de Arduino.

Restricciones del almacenamiento principal: Se especifica intermedio porque no requiere de demasiada capacidad de almacenamiento, su información es ligera para la carga de trabajo.

Volatilidad de la máquina virtual: Se implementarán en Sistema Operativo Windows que naturalmente la mayoría de las personas conocen y han utilizado este sistema.

Tiempo de respuesta del ordenador: Es de manera inmediata porque la consulta la hace desde la misma conexión con los sensores y circuitos la tarjeta madre.

Experiencia en la aplicación: No se requiere experiencia solo conocimientos previos antes ella porque la gestión es de manera práctica y sencilla.

Capacidad del Analista: El analista para poder interpretar esta información deberá tener conocimientos previos de electrónica para poder manipularla sin perjuicios y complicaciones.

Experiencia en la aplicación: No se requiere de mucha experiencia solo se necesita intuición en la relación de los sensores.

Capacidad de los programadores: Tiene término intermedio porque nosotros no tienen complicaciones a nivel técnico solamente a nivel lógico-estructural.

Experiencia en S.O. utilizados: El sistema no requiere de mucha ciencia, el sistema se puede adaptar en cualquier sistema operativo y se instaló el sistema operativo Windows y la mayoría de nosotros tiene gran experiencia.

Experiencia en el lenguaje de programación: No se requiere de mucha experiencia solo intuición y adaptación de nuevo del lenguaje que es c.

Prácticas de programación modernas: No se requiere de mucha práctica solo de lógica, y también de forma de recreación del ambiente a trabajar.

Utilización de herramientas software: Son pocas las herramientas que se están utilizando solamente que tienen que ver el orden lógico de las cosas, tales como la estructura secuencial de los sensores, después el diseño que se visualizara de manera dinámica.

Limitaciones de planificación del proyecto: Aquí hay una gran limitante que es presupuesto, porque todos los señores son de gran volumen a nivel económico, otra es la distancia recorrida que tienen para la obtención de los sensores porque la mayoría vienen de china por embarcación.

✓ **Android:**

Fiabilidad requerida del software: Es confiable porque estará almacenado el software en la nube de AppStore para cualquier consumo donde sea y a la hora que sea.

Tamaño de la base de datos: La base de datos será moderada no tendrá demasiadas tablas solamente que el volumen de la información será constante porque cada 5 minutos trasladará tendrá información para después hacer reportes de ella.

Complejidad del producto: No tendrá tanta complejidad será fácil a utilidad para el usuario solamente es saber la información debidamente para poderla ingresar.

Restricciones del tiempo de ejecución: Tendrá algunas complicaciones porque ella depende mucho de un servidor web, además de eso del servidor web, depende del sistema de circuitos Arduino que ellos enviaran información necesaria para la conjugación de información.

Restricciones del almacenamiento principal: No tendrá mucho almacenamiento el sistema, así que no tendrá muchos inconvenientes solo el servidor web.

Volatilidad de la máquina virtual: Ella estará bajo el lenguaje de Android que contempla distribución Linux, pero su interfaz es agradable para el entendimiento de los usuarios.

Tiempo de respuesta del ordenador: Tendrá algunas complicaciones porque tanto el tiempo de ejecución las respuestas pueden tardar por la comunicación con el servidor web.

Capacidad del Analista: El analista primero tiene que contemplar módulos fundamentales del lenguaje como, principios prácticos, SQLite, WebService.

Experiencia en la aplicación: La aplicación será sencilla solamente es conocer a fondo el lenguaje.

Capacidad de los programadores: Los programadores estarán aptos para afrontar los requisitos básicos que se están estableciendo en el sistema Acupónico de la UNA.

Experiencia en S.O. utilizados: No se requiere de mucha experiencia porque la gestión del sistema es demasiado fácil, porque la mayoría se han caracterizado por ser personas consumistas al desarrollo tecnológico.

Experiencia en el lenguaje de programación: Se requiere principios básicos para poder modelar los requerimientos que está solicitando el área de recursos naturales de la UNA.

Prácticas de programación modernas: Antes de comenzar en el desarrollo de la aplicación móvil, se debe requerir conocimientos previos de java para facilitar la gestión.

Utilización de herramientas software: Se tienen que descargar herramientas tanto para desarrollo y emulación de la misma aplicación, para así facilitar la ejecución de la aplicación de prueba y llevarlo a cabo a producción, para después subirlo a la AppStore.



Limitaciones de planificación del proyecto: Su única limitación son la captura de requerimientos sobre el área a trabajar, y capacitación sobre los modelos que se solicitan.

### **Anexo VIII – Estimación de los costos totales del sistema**

Para obtener el costo total en el cual incurrirá la UNA, se deben realizar cálculos con respecto a los costos directos e indirectos del desarrollo de la aplicación móvil de unidades de precisión, para lo cual, se utilizaron las siguiente formulas:

$$CTP = CD + CI$$

Donde;

**CD** = Costos Directos = CFT (Costo de la Fuerza de Trabajo) + CUMT (costo de utilización de medios técnicos) + CMAT (Costo de Materiales)

**CI** = Costos Indirectos = 15% CD

Para el cálculo del Costo Total, se debe determinar por cada etapa del proyecto el esfuerzo y tiempo y como no se cumple con el estándar de líneas de código que es de 50 KLDC, se hará interpolación de la siguiente manera:

Indicadores	Fases	Peq. 2MF	Interm. 8MF	Med. 32MF	Grand.28MF	MuyGr512MF
<b>Esfuerzo</b>						
Promedio	Estudio preliminar	7	7	7	7	7
	Análisis	17	17	17	17	17
	Diseño y desarrollo	64	61	58	55	52
	Prueba e implementación	19	22	25	28	31
<b>Tiempo de desarrollo</b>						
Promedio	Estudio preliminar	16	18	20	22	24
	Análisis	24	25	26	27	28
	Diseño y desarrollo	56	52	48	44	40
	Prueba e implementación	20	23	26	29	32

*Tabla 60. Interpolación de Indicadores por cada fase*

Fuente: Elaboración propia

Además, se sumó la estimación de líneas de código, la estimación del esfuerzo y del tiempo en conjunto del Arduino y del Android puesto que, aunque se trabajara

por separado al final, es un solo sistema que trabajara en un mismo conjunto, por lo tanto, las sumatoria quedara de la siguiente manera:

- ✓ Estimación de Líneas de Código = 2.88 MF + 6.63 MF = 9.51 MF
- ✓ Estimación del Esfuerzo = 3.8 + 14.41 = 18.21 personas/mes
- ✓ Estimación del tiempo de desarrollo= 4.23 + 6.81 = 11.04 meses

Luego se calculó, los MF de cada etapa con la siguiente formula:

$$\%prog = \%MF1 + \frac{(MF - MF1)}{(MF2 - MF1)} * (\%MF2 - \%MF1)$$

$$MF = \frac{9.51 - 2}{8 - 2} = 1.251$$

Por cada etapa señalada en la interpolación se obtuvieron los siguientes datos:

<b>% Esfuerzo (diseño y des)</b>	60.25%
<b>% Esfuerzo (Prueba)</b>	22.76%
<b>% Tiempo de Desarrollo (Estudio pre. )</b>	18.50%
<b>% Tiempo de desarrollo (Análisis)</b>	25.25%
<b>% Tiempo de desarrollo (diseño y des)</b>	50.99%
<b>% Tiempo de desarrollo (Prueba)</b>	23.76%

*Tabla 61. Resultados de la Interpolación*

Fuente: Elaboración propia

Para calcular el costo del esfuerzo se usó la fórmula:

$$Esf = Esfuerzo * \%Esf$$

Obteniendo como resultado:

<b>Estudio preliminar</b>	1.275
<b>Análisis</b>	3.096
<b>Diseño y desarrollo</b>	10.971
<b>Prueba e implementación</b>	4.144

*Tabla 62. Resultado obtenido del Esfuerzo*

Fuente: Elaboración propia

Así también, calcular el costo del esfuerzo se usó la fórmula:

$$Tdes = TDesarrollo * \%Tdes$$

Obteniendo como resultado:

<b>Estudio preliminar</b>	2.043
<b>Análisis</b>	2.788
<b>Diseño y desarrollo</b>	5.630
<b>Prueba e implementación</b>	2.623

*Tabla 63. Resultado obtenido del Tiempo de Desarrollo*

Fuente: Elaboración propia

Relacionando los cálculos anteriores, se obtuvo el siguiente resultado por cada etapa:

<b>Etapas</b>	<b>ESF%</b>	<b>ESF</b>	<b>Tdes%</b>	<b>Tdes</b>	<b>CH(E/Tdes)</b>
<b>Estudio preliminar</b>	7%	1.2747	18.50%	2.043	1
<b>Análisis</b>	17%	3.0957	25.25%	2.788	1
<b>Diseño y desarrollo</b>	60.25%	10.9706	50.99%	5.630	2
<b>Prueba e implementación</b>	22.76%	4.1437	23.76%	2.623	2

*Tabla 64. Distribución de esfuerzo y tiempo en cada etapa*

Fuente: Elaboración propia

Luego, se calculó el costo de la mano de obra donde, para las fases de estudio preliminar y análisis se utilizó el salario del analista de sistemas y para las fases de diseño/desarrollo y prueba/implementación se sumó el salario del analista y el programador, usando la siguiente formula:

$$CFT = Salario * CH(E/Tdes) * Tdes$$

Obteniendo el siguiente resultado:

Salario (Analista de Sistemas)	C\$17,533.67
Salario (Programador)	C\$15,583.67
Estudio preliminar	22350.16
Análisis	54278.97
Diseño y desarrollo	363317.50
Prueba e implementación	137227.81
<b>MANO DE OBRA</b>	<b>577174.45</b>

*Tabla 65. Calculo del Costo de la Fuerza de Trabajo*

Fuente: Elaboración propia

Se obtuvo el salario promedio sumando la mano de obra del Analista de Sistemas y el Programador como se muestra a continuación:

Mano de Obra (Salarios)			
			Promedio
<b>Analista de Sistemas</b>	TuSalario.org/Nicaragua <sup>23</sup>	C\$ 16,887	C\$ 17,533.67
	Tecoloco <sup>24</sup>	C\$ 20,214	
	200Carreras <sup>25</sup>	C\$ 15,500	
<b>Programador</b>	TuSalario.org/Nicaragua <sup>23</sup>	C\$ 17,155	C\$ 15,583.67
	Tecoloco <sup>24</sup>	C\$ 13,476	
	200Carreras <sup>25</sup>	C\$ 16,120	

*Tabla 66. Salarios estimados*

Fuente: Elaboración propia

Los medios a utilizar serán la computadora y el CPU asignadas por la UNA y para los cuales también se requiere determinar el número de horas que trabajara cada programador de la siguiente manera:

Dispositivo	Potencia (Kw)
Monitor	0.09
C.P.U	0.325
<b>Consumo de Energía de una máquina/Hora</b>	<b>0.415</b>

*Tabla 67. Consumo de energía*

<sup>23</sup> Compara tu salario. Sitio Web: <https://tusalarior.org/nicaragua/portada/tu-salario/comparador-salarial?job-id=2511010000000#/>

<sup>24</sup> Tecoloco. Rangos salariales en el área de informática. Sitio Web: <https://www.tecoloco.com.ni/blog/rangos-salariales-en-el-area-de-informatica.aspx>

<sup>25</sup> Sitio Web: <http://www.2000carreras.com/2017/10/cuanto-gana-un-programador-en-nicaragua-salario.html>

Fuente: Elaboración propia

El número de horas trabajadas por los analistas será de 10 horas en una semana por lo tanto 40 horas a la semana.

Por lo tanto, el costo del consumo de energía (CCE) se calculó con la siguiente formula:

$$CCE = CE * CKH * NH$$

Donde:

$CE$  = Consumo de energía

$CKH$  = Costo de Kilowatts/Hora

$NH$  = Número de horas trabajadas al mes

Obteniendo el siguiente resultado:

$$CCE = 0.415 * 3.2682 * 40 = 54.25 \text{ C\$/Comp} - \text{Mes}$$

El costo de consumo de medios por cada fase del proyecto dio como resultado:

Estudio preliminar	C\$26.16
Análisis	C\$113.07
Diseño y desarrollo	C\$703.16
Prueba e implementación	C\$215.34
<b>Total</b>	<b>C\$1,057.73</b>

*Tabla 68. Consumo de medios por cada fase del proyecto*

Fuente: Elaboración propia

La fórmula que se usó para el cálculo de los costos de consumo de medios fue la siguiente:

$$CCM = CCE * CH \left( \frac{E}{Tdes} \right) * \%Esf * Tdes$$

Para el cálculo del costo abastecimiento técnico de materiales se obtuvo de un promedio de 3 cotizaciones realizadas, detallándose a continuación:



Ilustración 49. Cotizaciones de materiales

Fuente: Elaboración propia

Por lo tanto, los insumos utilizados tendrán un total de:

Descripcion	Cantidad	Precio Unitario	Precio Total
Lapiceros BIC	2	C\$6.75	C\$13.50
Libretas Loro	2	C\$25.50	C\$51.00
<b>Subtotal</b>			<b>C\$64.50</b>
<b>IVA</b>			<b>C\$9.68</b>
<b>Total</b>			<b>C\$74.18</b>

Tabla 69. Insumo de materiales

Fuente: Elaboración propia

## Anexo IX – Diagramas de caso de uso (Continuación)

La ilustración siguiente muestra como el usuario debe consultar la información referente a los peces para consultar la alimentación, el parámetro de vida, el tipo de pez y la asignación de los alimentos pudiendo agregar, modificar o dar de baja.

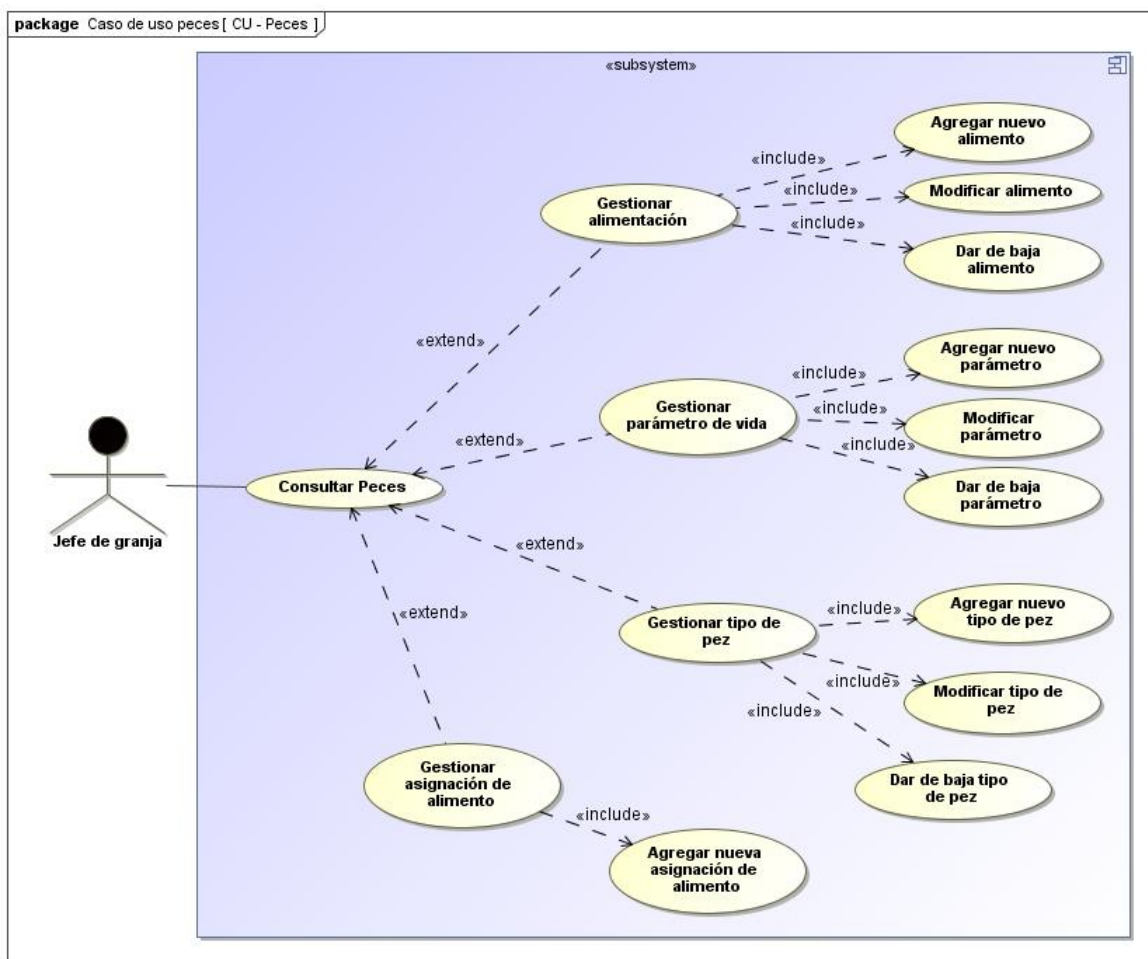
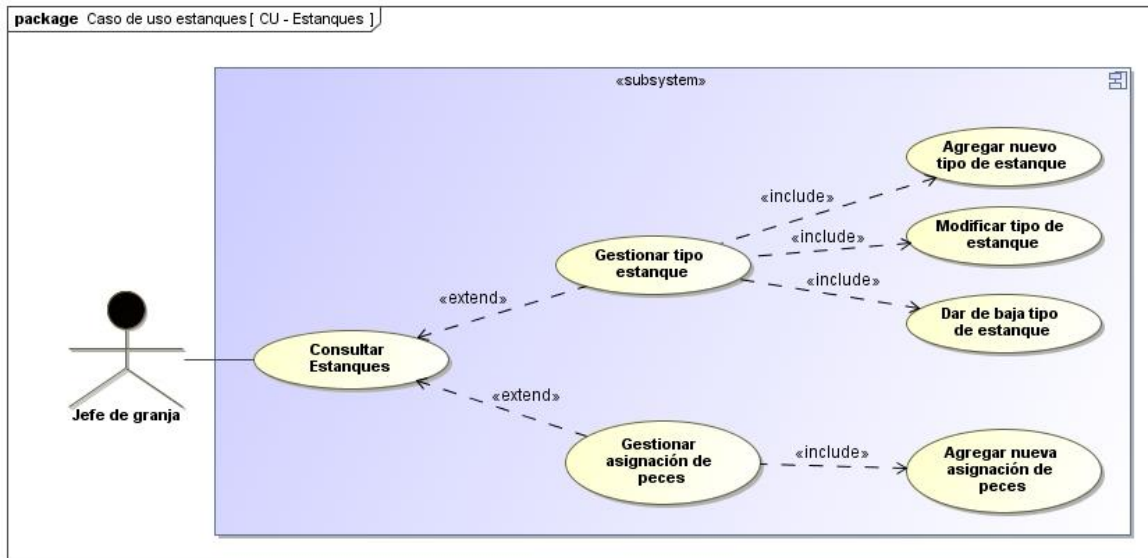


Ilustración 50. Diagrama de caso de uso - Consultar peces

Fuente: Elaboración propia

A continuación, en la siguiente ilustración se describe el proceso de consulta de los estanques en donde el usuario podrá designar que tipo de pez estará en cada estanque, así como la información general de los estanques.

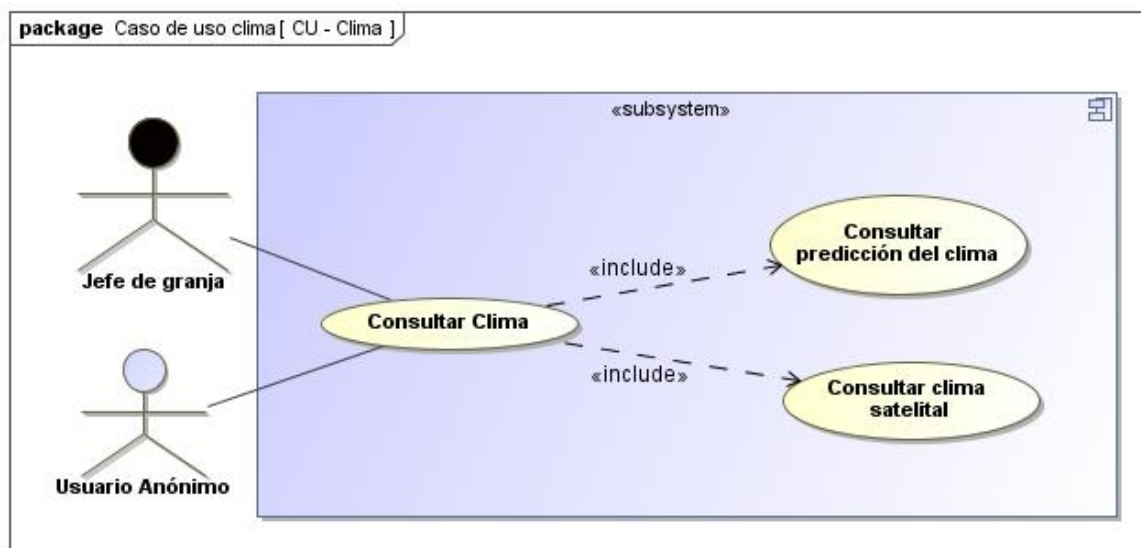




*Ilustración 51. Diagrama de caso de uso - Consultar estanques*

Fuente: Elaboración propia

La ilustración siguiente detalla la consulta del clima proceso en el cual, el usuario podrá consultar el clima con una predicción de 10 días en el área geográfica donde está ubicada el sistema acuapónico (Managua) y el clima satelital a nivel del país.





*Ilustración 52. Diagrama de caso de uso - Consultar clima*

Fuente: Elaboración propia



## Anexo X – Plantillas de Coleman



A continuación, se detallan las diferentes plantillas que respaldan los casos de uso del sistema.

Caso de uso		Consultar peces		
Definición	Permite al usuario consultar la información de los peces de acuerdo a la alimentación, parámetro de vida, tipo de pez y el tipo de alimentación según el pez.			
Prioridad	Vital		Importante	Conveniente
Urgencia	Inmediata		Necesario	Puede esperar
Actores				
Nombre	Definición			
Jefe de Granja	Encargado de monitorear el sistema acuapónico.			
Escenario				
Nombre	Gestionar alimentación			
Precondiciones	Seleccionar la opción de alimentación			
Iniciado por	Jefe de la granja			
Finalizado por	Acuasoft			
Postcondiciones	Se muestra la información correspondiente a la alimentación.			
Operaciones	<div>1. El usuario despliega el menú principal.</div> <div>2. Elegí la opción de Alimentación dando click.</div> <div>3. Se muestra la información.</div> <div>4. El usuario da click sobre cualquier ID de la lista para: dar de baja, modificar o agregar un nuevo tipo de alimento.</div> <div>5. El sistema guarda la información según sea la opción elegida.</div> <div>6. Registro almacenado o actualizado correctamente.</div>			
Excepciones	<div>4. Solo si el usuario necesita realizar algún cambio.</div> <div>6. Se debe elegir una opción de las 3 desplegadas para actualizar.</div>			
Escenario				
Nombre	Gestionar parámetro de vida			
Precondiciones	Seleccionar la opción parámetro de vida			
Iniciado por	Jefe de la granja			
Finalizado por	Acuasoft			
Postcondiciones	Se muestra la información correspondiente al rango estimado de vida de cada pez.			
Operaciones	<div>1. Se despliega el menú principal.</div> <div>2. Se elegí la opción de Parámetro de vida dando click.</div> <div>3. Se muestra la información del rango de vida.</div> <div>4. Se da click sobre cualquier fila de datos para: dar de baja, modificar o agregar un nuevo tipo de parámetro de vida.</div> <div>5. El sistema guarda la información según sea la opción elegida.</div> <div>6. Registro almacenado o actualizado correctamente.</div>			
Excepciones	<div>4. Solo si el usuario necesita realizar algún cambio.</div> <div>6. Se debe elegir una opción de las 3 desplegadas para actualizar.</div>			

Escenario	
<b>Nombre</b>	Gestionar tipo de pez
<b>Precondiciones</b>	Seleccionar la opción tipo de pez
<b>Iniciado por</b>	Jefe de la granja
<b>Finalizado por</b>	Acuasoft
<b>Postcondiciones</b>	Se muestra la información correspondiente a los diferentes tipos de pez que conforman el sistema acuapónico
<b>Operaciones</b>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Se despliega el menú principal</li> <li>2. Se elegí la opción de Parámetro de vida dando click</li> <li>3. Se muestra la información de los diferentes tipos de peces</li> <li>4. Se da click sobre cualquier fila de datos para: dar de baja, modificar o agregar un nuevo tipo de pez</li> <li>5. Se guarda la información según sea la opción elegida</li> <li>6. Registro almacenado o actualizado correctamente</li> </ol>
<b>Excepciones</b>	<ol style="list-style-type: none"> <li>4. Solo si el usuario necesita realizar algún cambio.</li> <li>6. Se debe elegir una opción de las 3 desplegadas para actualizar.</li> </ol>
Escenario	
<b>Nombre</b>	Gestionar asignación de alimento
<b>Precondiciones</b>	Seleccionar la opción asignación de alimento
<b>Iniciado por</b>	Jefe de la granja
<b>Finalizado por</b>	Acuasoft
<b>Postcondiciones</b>	Se muestra la información correspondiente al tipo de alimento según el pez
<b>Operaciones</b>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Se despliega el menú principal</li> <li>2. Se elegí la opción de Parámetro de vida dando click</li> <li>3. Se muestra la información de la distribución de alimentos</li> <li>4. Se da click sobre cualquier fila de datos o sobre el icono de (+) para agregar una nueva asignación de alimentos</li> <li>5. Se guarda la información según sea la opción elegida</li> <li>6. Registro almacenado o actualizado correctamente</li> </ol>
<b>Excepciones</b>	

*Tabla 70. Plantilla de caso de uso - Consultar peces*



Fuente: Elaboración propia

Caso de uso	Consultar estanques		
Definición	El usuario puede acceder a consultar la información referente a los estanques que se encuentran en la granja.		
Prioridad	Vital	 Importante	Conveniente
Urgencia	Inmediata	 Necesario	Puede esperar
Actores			
Nombre	Definición		
Jefe de Granja	Encargado de monitorear el sistema acuapónico.		
Escenario			
Nombre	Gestionar tipo estanque		

<b>Precondiciones</b>	Seleccionar la opción asignación de tipo de estanque
<b>Iniciado por</b>	Jefe de la granja
<b>Finalizado por</b>	Acuasoft
<b>Postcondiciones</b>	Se muestra la información general de cada uno de los estanques ubicados en la granja.
<b>Operaciones</b>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Se despliega el menú principal</li> <li>2. Se elegí la opción de Tipo de estanque dando click</li> <li>3. Se muestra la información correspondiente a los estanques en existencia</li> <li>4. Se da click sobre cualquier fila de datos para: dar de baja, modificar o un nuevo tipo de estanque</li> <li>5. Se guarda la información según sea la opción elegida</li> <li>6. Registro almacenado o actualizado correctamente</li> </ol>
<b>Excepciones</b>	<ol style="list-style-type: none"> <li>4. Solo si el usuario necesita realizar algún cambio.</li> <li>6. Se debe elegir una opción de las 3 desplegadas para actualizar.</li> </ol>
<b>Escenario</b>	
<b>Nombre</b>	Gestionar asignación de peces
<b>Precondiciones</b>	Seleccionar la opción asignación de peces
<b>Iniciado por</b>	Jefe de la granja
<b>Finalizado por</b>	Acuasoft
<b>Postcondiciones</b>	Se muestra la información de los peces que estarán asignados a los diferentes tipos de estanques para su supervivencia.
<b>Operaciones</b>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Se despliega el menú principal</li> <li>2. Se elegí la opción de Asignación de peces dando click</li> <li>3. Se muestra la información como están asignados los peces</li> <li>4. Se da click sobre cualquier fila de datos o sobre el icono de (+) para agregar una nueva asignación de peces</li> <li>5. Se guarda la información según sea la opción elegida</li> <li>6. Registro almacenado o actualizado correctamente</li> </ol>
<b>Excepciones</b>	

*Tabla 71. Plantilla de caso de uso - Consultar estanques*

Fuente: Elaboración propia

Caso de uso		Consultar clima		
Definición	Permite al usuario consultar el clima para conocer como estaría el clima en un determinado tiempo.			
Prioridad	Vital		Importante	Conveniente
Urgencia	Inmediata		Necesario	Puede esperar
Actores				
Nombre	Definición			
Jefe de Granja	Encargado de monitorear el sistema acuapónico.			
Usuario anónimo	Miembro de FACA encargado de monitorear el sistema cuando sea necesario.			
Escenario				
Nombre	Consultar predicción del clima			

<b>Precondiciones</b>	Seleccionar la opción Predicción del clima
<b>Iniciado por</b>	Jefe de la granja
<b>Finalizado por</b>	Aplicación Móvil
<b>Postcondiciones</b>	Se muestra el clima actual y de 9 días seguidos mostrando valores tales como el viento, temperatura.
<b>Operaciones</b>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Se despliega el menú principal</li> <li>2. Se da click sobre la opción Predicción del clima</li> <li>3. Se muestra la información correspondiente</li> </ol>
<b>Excepciones</b>	3. Solo muestra el clima en un lapso de 10 días
<b>Escenario</b>	
<b>Nombre</b>	Consultar clima satelital
<b>Precondiciones</b>	Seleccionar la opción Clima Satelital
<b>Iniciado por</b>	Jefe de la granja
<b>Finalizado por</b>	Aplicación Móvil
<b>Postcondiciones</b>	Se observa el clima por medio de un mapa. El mapa muestra la banda infrarroja de la luz de los objetos.
<b>Operaciones</b>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Se despliega el menú principal</li> <li>2. Se da click sobre la opción Clima satelital</li> <li>3. Se muestra la información correspondiente</li> </ol>
<b>Excepciones</b>	

*Tabla 72. Plantilla de caso de uso - Consultar clima*

Fuente: Elaboración propia

## ***Anexo XI – Galería de imágenes***

Instalación de la unidad de precisión en la granja.



Estanque



Granja



Soldando  
cables



Unión de  
cables



Colocacion de  
los sensores



Ubicación



Sensores  
ubicados en  
estanque



Participantes

*Ilustración 53. Imágenes de Instalación del prototipo*

Fuente: Elaboración propia

